



Diogo Alexandre dos Santos Barracha Murta Marcos

Licenciado em Ciências da Engenharia e Gestão Industrial

**Conceptualização de um modelo de decisão
AHP e de gestão de risco aplicado à seleção
de fornecedores: Caso de Estudo Arsenal do
Alfeite, SA**

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em
Engenharia e Gestão Industrial

Orientador: Professor Doutor Nuno Cavaco, Professor Auxiliar,
FCT-UNL

Presidente: Doutora Ana Sofia Leonardo Vilela de Matos

Vogal(ais): Doutora Maria do Rosário de Meireles Ferreira Cabrita

Doutor Nuno Alexandre Correia Martins Cavaco

Março, 2019

Conceptualização de um modelo de decisão AHP e de gestão de risco aplicado à seleção de fornecedores: Caso de Estudo Arsenal do Alfeite, SA

Copyright © Diogo Alexandre dos Santos Barracha Murta Marcos, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa

A Faculdade de Ciências e Tecnologia e a Universidade Nova de Lisboa tem o direito, perpétuo e sem limites geográficos, de arquivar e publicar esta dissertação através de exemplares impressos reproduzidos em papel ou de forma digital, ou por qualquer outro meio conhecido ou que venha a ser inventado, e de a divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição com objetivos educacionais ou de investigação, não comerciais, desde que seja dado crédito ao autor e editor.

Agradecimentos

A toda à minha família agradeço o apoio prestado e incentivo durante o meu percurso académico, especialmente durante a presente investigação. Analogamente, um grande obrigado aos meus amigos e colegas de faculdade, pelo interesse demonstrado pelo meu projeto e conselhos fornecidos sobre o mesmo.

Ao Professor Nuno Cavaco, orientador da presente Dissertação de Mestrado, deixo um especial agradecimento pela sua disponibilidade, aconselhamento e orientação durante esta última e longa etapa académica.

Em relação à Arsenal do Alfeite, SA, agradeço a toda a administração, dando destaque ao Sr. Eng.º António Mateus por ter autorizado a realização do estágio profissional com vista na elaboração da Dissertação de Mestrado. De igual maneira, demonstro a minha gratidão ao Sr.º Eng.º Rui Parreira pela sua disponibilidade incansável, pelos seus conselhos tanto a nível académico como pessoal e ainda pela excelente orientação de estágio fornecida durante toda a minha estadia na instituição. A todos os trabalhadores do DGP, chefes de divisão e aos operários que acompanhei durante as suas tarefas diárias agradeço pela sua disponibilidade, boa disposição e vontade de mostrar e ensinar as suas metodologias e processos de trabalho.

Ao Sr.º Eng.º Semedo por me ter recebido de forma exemplar nesta instituição, pelas visitas guiadas pelas divisões e acima de tudo pela camaradagem criada neste curto espaço de tempo. De igual maneira, um enorme obrigado à Dona Paula da unidade de formação da Arsenal do Alfeite, SA, que sempre se apresentou disponível e pela ajuda fornecida em relação às inúmeras burocracias envolvidas perante a aceitação e validação do estágio em questão.

À FCT-UNL por ter sido a minha segunda casa durante o meu percurso universitário e por ter possibilitado o meu crescimento pessoal e académico significativamente.

Resumo

Ao longo das últimas décadas deu-se um destaque e desenvolvimento gradual em relação à gestão da cadeia de abastecimentos por parte das organizações a nível mundial. A gestão da cadeia de abastecimentos tornou-se uma função-chave para as organizações e, como tal, deve ser alinhada com a própria gestão estratégia de negócio. Analogamente, a seleção e avaliação de fornecedores trata-se de uma função crítica do departamento de compras de cada organização. O seu funcionamento pode afetar significativamente a *performance* global da organização. Adicionalmente, a gestão de risco tem ganho relevo dentro de grandes organizações a nível mundial. A sua aplicação é variada e pode ser incorporada em diversas áreas das organizações, desde a segurança dos trabalhadores nos postos de trabalho até aos fornecimentos na cadeia de abastecimentos.

A abordagem adotada na presente investigação passa pela conceptualização de um modelo integrado inovador de avaliação e seleção de fornecedores enquadrando-se assim os conceitos referidos anteriormente. Assim sendo, o modelo proposto integra o modelo de decisão *Analytic Hierarchy Process* com gestão dos riscos de fornecimento, tendo sido criado um plano de mitigação dos riscos identificados como complemento à metodologia.

O principal objetivo da presente investigação passa por concluir se o modelo integrado *Analytic Hierarchy Process* com gestão do risco pode vir a ser uma mais valia para as empresas, relativo à seleção de fornecedores. Na medida em que analisa profundamente as características dos seus fornecedores relacionadas com a vulnerabilidade dos mesmos perante possíveis riscos de fornecimento e com os critérios tradicionais de seleção de fornecedores. Como tal, o modelo proposto foi aplicado num caso de estudo real da divisão de contratação e compras da empresa Arsenal do Alfeite, SA de modo a tomar conclusões sobre o mesmo.

Por fim, os resultados obtidos enquadram-se com o objetivo primário definido. A metodologia conceptualizada é uma mais valia para as empresas devido à sua capacidade de lidar com critérios qualitativos e quantitativos, não ter restrições em termos de quantidade de alternativas e critérios a aplicar e ainda, pelas conclusões possíveis de retirar dos quadros finais em relação aos fornecedores e plano de mitigação dos riscos respetivo. Porém é uma metodologia bastante morosa de concretizar e implica uma especialista na área de cadeia de abastecimentos e/ou compras para ser realizada eficientemente.

Palavras-chave: Gestão da cadeia de abastecimentos, Seleção e avaliação de fornecedores, Gestão de risco, *Analytic Hierarchy Process*.

Abstract

Over the last few decades there has been a gradual development and development in relation to supply chain management by organizations worldwide. Supply chain management has become a key function for organizations and as such should be aligned with the actual management business strategy. Similarly, supplier selection and evaluation is a critical function of each organization's procurement department. Its operation can significantly affect the overall performance of the organization. In addition, risk management has gained prominence within large organizations worldwide. Its application is varied and can be incorporated into several areas of the organizations, from the safety of the workers in the workstations to the supplies in the supply chain.

The approach adopted in this investigation is aligned with the previously mentioned concepts, through the conceptualization of an innovative integrated model of evaluation and selection of suppliers. Therefore, the proposed model integrates the Analytic Hierarchy Process decision model with supply risk management, and a risk mitigation plan identified as a complement to the methodology was created.

The main objective of the present investigation is to conclude if the integrated Analytic Hierarchy Process model with risk management can be an added value for the companies, regarding the selection of suppliers. The proposed model deeply analyses the characteristics of its suppliers related to their vulnerability to possible supply risks and to the traditional supplier selection criteria. As such, the proposed model was applied in a real case study of the purchasing division of Arsenal do Alfeite, SA in order to reach some conclusions about it.

Finally, the results obtained fit the defined primary objective. The conceptualized methodology is an added value for the companies due to their ability to deal with qualitative and quantitative criteria, there is none restriction in terms of the quantity of alternatives and criteria to be applied and by the vary conclusions that can be drawn from the final tables in relation to the suppliers and its risk mitigation plan. However, it is a rather time consuming methodology to implement and implies a specialist in the area of supply chain and / or procurement to be carried out efficiently.

Keywords: Supply chain management, Supplier selection and evaluation, Risk management, Analytic Hierarchy Process.

Índice de Conteúdos

| | |
|---|----|
| Capítulo 1 - Introdução | 1 |
| 1.1 - Enquadramento..... | 1 |
| 1.2 - Questões de investigação | 3 |
| 1.3 - Objetivos de investigação | 4 |
| 1.4 - Metodologia de investigação | 5 |
| 1.5 - Fornecimento de dados | 6 |
| 1.6 - Estrutura da Dissertação | 7 |
| Capítulo 2 - Revisão da Literatura..... | 9 |
| 2.1 - Indústria 4.0 | 9 |
| 2.2 - Gestão da Cadeia de Abastecimentos..... | 11 |
| 2.3 - Processo de compras | 12 |
| 2.3.1 - Função de compras | 13 |
| 2.3.2 - Fatores influenciadores do processo de compras..... | 15 |
| 2.4 - Tipos de fornecedores..... | 17 |
| 2.5 - Seleção de fornecedores..... | 19 |
| 2.6 - Critérios para seleção de fornecedores | 20 |
| 2.6.1 - Descrição dos critérios para a seleção de fornecedores..... | 21 |
| 2.6.1.1 - Custos | 22 |
| 2.6.1.2 - Qualidade | 22 |
| 2.6.1.3 - Distribuição e entrega | 23 |
| 2.6.1.4 - Serviço | 23 |
| 2.6.1.5 - Fatores de risco | 23 |
| 2.6.1.6 - <i>IT Knowledge</i> | 24 |
| 2.6.2 - Critérios utilizados na seleção de fornecedores em estudos anteriores | 25 |
| 2.7 - Métodos aplicáveis à seleção de fornecedores | 26 |
| 2.7.1 - <i>Analytic Hierarchy Process</i> & os restantes métodos..... | 30 |
| 2.8 - AHP – <i>Analytic Hierarchy Process</i> | 31 |
| 2.8.1 - Aplicações do método de decisão..... | 32 |
| 2.8.2 - Passos do método de decisão | 33 |
| 2.8.2.1 - Hierarquia estrutural..... | 33 |
| 2.8.2.2 - Comparação binária dos critérios | 35 |
| 2.8.2.3 - Síntese dos vetores prioridade..... | 36 |

| | | |
|--------------|---|----|
| 2.8.2.4 - | Cálculo da consistência & decisão final | 37 |
| 2.8.3 - | Vantagens e desvantagens do <i>Analytic Hierarchy Process</i> | 38 |
| 2.9 - | Gestão do Risco | 39 |
| 2.9.1 - | Conceito de Risco | 39 |
| 2.9.2 - | Risco de fornecimento | 40 |
| 2.9.3 - | Sistemas de Gestão do Risco | 41 |
| Capítulo 3 - | Modelo proposto: AHP & Gestão de Risco | 45 |
| 3.1 - | Identificação das necessidades | 46 |
| 3.2 - | Identificação dos critérios, subcritérios e alternativas | 46 |
| 3.3 - | Identificação dos possíveis riscos de fornecimento | 47 |
| 3.4 - | Aplicação da Gestão de Risco de fornecimento | 47 |
| 3.5 - | Aplicação do modelo de decisão multicritério – AHP | 47 |
| 3.6 - | Plano de mitigação dos riscos identificados | 48 |
| 3.7 - | Análise de resultados & seleção do fornecedor | 49 |
| 3.8 - | Aspetos a ter em conta na aplicação do modelo proposto | 49 |
| Capítulo 4 - | Caso de Estudo: Arsenal do Alfeite, SA | 51 |
| 4.1 - | Caracterização da Empresa | 51 |
| 4.1.1 - | História do A.A. | 51 |
| 4.1.2 - | Missão e Visão | 53 |
| 4.2 - | Organização da Arsenal do Alfeite, SA | 54 |
| 4.3 - | Principais atividades desenvolvidas na Arsenal do Alfeite, SA | 55 |
| 4.4 - | Divisão de Contratação e Compras | 56 |
| 4.4.1 - | Posição da Divisão de Contratação e Compras | 56 |
| 4.4.2 - | Objetivos da Divisão de Contratação e Compras | 58 |
| 4.4.3 - | Fluxograma do processo de compra | 59 |
| 4.4.4 - | Avaliação e Seleção de Fornecedores | 60 |
| 4.4.4.1 - | Responsabilidades associadas | 63 |
| 4.4.4.2 - | Procedimento | 64 |
| 4.4.5 - | Gestão do Risco de Fornecimento na Arsenal do Alfeite | 65 |
| Capítulo 5 - | Aplicação do modelo proposto na Arsenal do Alfeite, SA | 67 |
| 5.1 - | Obtenção de dados | 67 |
| 5.2 - | Aplicação do método AHP | 69 |
| 5.2.1 - | Identificação dos critérios tradicionais | 69 |
| 5.2.2 - | Identificação dos possíveis riscos de fornecimento | 71 |
| 5.2.3 - | Análise Multicritério | 72 |
| 5.2.3.1 - | Desenvolvimento do AHP - Critérios principais | 73 |

| | | |
|--------------|--|-----|
| 5.2.3.2 - | Teste da consistência - Critérios principais | 75 |
| 5.2.3.3 - | Desenvolvimento do AHP - Subcritérios | 76 |
| 5.2.3.4 - | Teste de consistência (Subcritérios)..... | 78 |
| 5.2.3.5 - | Desenvolvimento do AHP (Alternativas) | 79 |
| 5.2.3.6 - | Teste de consistência (Alternativas)..... | 80 |
| 5.2.4 - | Decisão do método | 80 |
| 5.2.5 - | Árvore de decisão AHP | 81 |
| 5.2.6 - | Análise de resultados | 85 |
| Capítulo 6 - | Conclusões e Recomendações | 87 |
| Anexo 1 – | Critérios utilizados em estudos anteriores (1960 – 1990) | 95 |
| Anexo 2 - | Fluxograma processo de compras, Arsenal do Alfeite, SA..... | 99 |
| Anexo 3 – | Gestão de Risco de Fornecimento | 101 |
| Anexo 4 – | Aplicação do modelo proposto | 104 |

Índice de Figuras

| | |
|---|----|
| Figura 1.1 - Metodologia de Investigação..... | 6 |
| Figura 2.1 - Fatores influenciadores do processo de compras..... | 15 |
| Figura 2.2 - Critérios utilizados em estudos anteriores..... | 25 |
| Figura 2.3 - Hierarquia estrutural genérica..... | 34 |
| Figura 2.4 - Matriz genérica de comparação binária entre critérios..... | 36 |
| Figura 2.5 - Matriz de Avaliação do Risco..... | 42 |
| Figura 3.1 - Modelo proposto..... | 45 |
| Figura 4.1 - Insígnia de Membro Honorário do Mérito Agrícola e Industrial..... | 52 |
| Figura 4.2 - Insígnia e Medalha de Ouro da Cidade de Almada..... | 52 |
| Figura 4.3 - Organograma da Arsenal do Alfeite, SA..... | 55 |
| Figura 4.4 – Esquema do Processo de Compras..... | 59 |
| Figura 4.5 – Fluxograma de seleção e avaliação de fornecedores da Arsenal do Alfeite, SA..... | 63 |
| Figura 5.1 - Árvore de decisão do modelo proposto..... | 84 |

Índice de Tabelas

| | |
|---|----|
| Tabela 2.1 – Critérios de Avaliação de Fornecedores..... | 21 |
| Tabela 2.2 - Métodos de Seleção de Fornecedores..... | 27 |
| Tabela 2.3 - Características dos modelos de tomada de decisão de seleção de fornecedores - AHP, DEA & Lógica Fuzzy..... | 30 |
| Tabela 2.4 - Escala de valores de comparação binária entre critérios..... | 35 |
| Tabela 2.5 - Índice de Ridge..... | 37 |
| Tabela 4.1 - Responsabilidades relativas ao fluxograma de seleção e avaliação de fornecedores.. | 64 |
| Tabela 5.1 - Matriz Critérios Principais..... | 73 |
| Tabela 5.2 - Matriz Critérios Principais Normalizada..... | 74 |
| Tabela 5.3 - Vetor Prioridade..... | 75 |
| Tabela 5.4 - Matriz Comparação de Subcritérios..... | 76 |
| Tabela 5.5 - Matriz Comparação de Subcritérios Normalizada..... | 77 |
| Tabela 5.6 - Vetor Prioridade..... | 77 |
| Tabela 5.7 - Matriz Comparação dos Fornecedores relativa ao subcritério custo unitário..... | 79 |
| Tabela 5.8 - Matriz Comparação dos Fornecedores Normalizada..... | 79 |
| Tabela 5.9 – Tabela final do modelo proposto..... | 83 |
| Tabela 5.10 - Ranking final dos fornecedores..... | 85 |

Lista de Abreviaturas e Siglas

AA – Arsenal do Alfeite, SA

AHP – *Analytic Hierarchy Process*

ANP – *Analytic Network Process*

CA – Cadeia de Abastecimentos

CBR - *Case-Based Reasoning*

CHDCO – Chefe da Divisão de Contratação e Compras

CHSECC – Chefe do Serviço de Contratação e Compras

CI – Índice de Consistência

CP - Cumprimento do Prazo de Entrega Estabelecido

CR – Razão de Consistência

DC – Direção Comercial e de Estratégia

DCC – Divisão de Sistemas de Combate e Comunicações

DCM – Divisão Comercial e de Marketing

DCO – Divisão de Contratação e Compras

DEA – Divisão de Estruturas e Aprestamento

DEA – Análise Envoltória de Dados

DEE – Divisão de Eletrotécnica e Eletrônica Geral

DEP – Divisão de Estudos e Projetos de Engenharia

DGF – Divisão de Gestão de Recursos Financeiros

DGH – Divisão de Gestão de Recursos Humanos

DGP – Divisão de Gestão de Projetos e Suporte a Clientes

DMC – Divisão de Movimentação, Carenagens e Manutenção

DME – Divisão de Mecânica

DP – Direção de Produção

DPO – Divisão de Planeamento e Orçamentação

DR – Direção de Recursos

DT – Direção Técnica e de Clientes

DTI – Divisão de Tecnologias da Informação

GC – Gestor de Contrato

GQS – Gabinete de Qualidade, Certificação, Ambiente e Segurança

GRE – Gabinete de Relações Externas, Comunicação e Protocolo

IT – Tecnologia de Informação

MAUT – *Multi-Attribute Utility Theory*

MCDM – *Multiple criteria decision-making*

NN – Redes Neurais

NQ – Não Qualificado para fornecimento

PA – Pedido de Aquisição

PFM – Pedido de Fornecimento de Mercado

Q – Qualificado para fornecimento

REQ – Requisição ao Mercado

RI – Índice de Ridge

RLM – Requisição de Levantamento de Material

SIAGIP – Sistema Informático de Apoio à Gestão Integrada de Produção

UFC – Unidade de Formação e Competências Navais

UGD – Unidade de Gestão Dominal

UNN – Unidade de Novos Negócios e Parcerias Estratégicas

Capítulo 1 - Introdução

1.1 - Enquadramento

Nos dias correntes, as organizações e suas próprias cadeias de abastecimento sofrem mudanças repentinas derivadas das constantes inovações tecnológicas e alterações das tendências de procura dos seus clientes. Neste âmbito deu-se a quarta revolução industrial, denominada de Indústria 4.0, a qual ainda não se encontra totalmente implementada mas promete revolucionar a forma como os processos industriais são utilizados através da digitalização dos processos. As cadeias de abastecimentos de hoje em dia também sofrerão grandes transformações com a mesma, tornando-se cada vez mais viradas para o consumidor final (customização dos produtos e serviços modelados ao seu perfil). Ainda, a Indústria 4.0 visa substituir grande parte da mão-de-obra humana por processos automatizados com capacidade de aprendizagem. Dito isto as organizações têm de se enquadrar com a nova realidade industrial com vista à sua sobrevivência e manutenção da sua vantagem competitiva.

Tendo em conta a revolução industrial em que vivemos mas não esquecendo os princípios industriais utilizados há décadas, é fulcral para qualquer organização realizar uma eficiente gestão da cadeia de abastecimento com vista à sobrevivência nesta crescente vulnerabilidade. Só assim é que as empresas são capazes de atingir o objetivo eterno de adquirir produtos pelo custo apropriado, na quantidade requerida, com a qualidade e prazo estabelecido e ainda, pelo fornecedor certo (Oboulhas et al, 2004 e Carvalho, 2010). De modo a atingir este objetivo é imperativo realizar uma gestão da cadeia de abastecimentos bem-sucedida, que passa predominantemente por desenvolver um processo de compras e seleção de fornecedores eficiente (Sonmez, 2006).

Em adição, o processo de compras e seleção de fornecedores apresenta uma importância crescente nas organizações. Com a evolução do planeamento estratégico de modo a combater a vulnerabilidade da cadeia de abastecimentos, a seleção de fornecedores tornou-se uma atividade estratégica e complexa para a gestão de topo das organizações (Monczka, 1998). Esta atividade requer uma análise e avaliação de diversos critérios e fatores, internos e externos à organização tais como, competências dos fornecedores segundo critérios pré-definidos, análise do custo-benefício, portefólio de relações entre organização e fornecedores, estrutura organizacional interna e indicadores de *performance* (Cousins, 2002).

O objetivo de um processo de seleção de fornecedores, quer nas grandes como nas pequenas empresas, passa pela maximização do valor total dos produtos para o consumidor final, maximização da *performance* financeira das organizações e a minimização dos riscos de

fornecimento associados, tendo em conta o plano estratégico estabelecido pela gestão de topo da organização (Carr e Pearson, 2002). Seguindo a mesma linha de pensamento, a seleção de fornecedores garante um aumento de qualidade dos bens e serviços prestados, preços adequados e acessíveis e ainda uma melhoria da qualidade do planeamento culminando num aumento da capacidade de resposta perante adversidades.

A seleção de fornecedores apresenta diversas variáveis distintas tais como, os diversos tipos de fornecimento (nacional ou internacional, único ou múltiplo), os inúmeros critérios tradicionais de seleção de fornecedores possíveis de aplicar e ainda, apresenta diversos tipos de riscos de fornecimento associados. Ao longo das últimas décadas diversos estudos foram efetuados utilizando os seguintes critérios de seleção de fornecedores, preço, qualidade, relação com o fornecedor, sistemas de comunicação, historial de *performance*, entre outros. A definição dos critérios a aplicar trata-se de uma atividade chave durante um processo contínuo de seleção de fornecedores pois é possível avaliar o desempenho dos fornecedores ao longo do tempo e formar uma base de dados com vista à otimização dos futuros fornecimentos. Deste modo, os responsáveis pelas compras conseguem estruturar os seus processos de tomada de decisão, traduzindo-se em redução de custos de aquisição tal como redução dos custos organizacionais (Van Weele, 2005).

Por outro lado, a gestão do risco tem vindo a obter um reconhecimento elevado, sendo vista como um conceito e uma função integrante do plano estratégico das organizações desde a última década do século XX. Este tipo de gestão insere-se em metodologias sistemáticas que identificam, analisam e avaliam todos os riscos que uma organização está sujeita (Dickinson, 2001). Como tal, hoje em dia as organizações reconhecem que a gestão de risco representa um contributo essencial para o sucesso das mesmas. Seguindo a presente linha de pensamento, este tipo de gestão tem como foco a minimização dos possíveis riscos, maximização das oportunidades e otimização da concretização dos objetivos (Hillson et Murray-Webster, 2005).

A globalização operacional trouxe diversas vantagens às organizações, porém aumentou consideravelmente a vulnerabilidade das empresas pelo aumento da distância média de transporte, a busca pela redução absoluta de custos organizacionais (passando por uma grande redução de *stocks*) e ainda pela crescente dependência de terceiros na cadeia de abastecimentos. Consequentemente, os riscos associados à cadeia de abastecimentos aumentaram significativamente, sendo imperativo realizar uma boa seleção de fornecedores aliada a uma gestão de risco de fornecimento, com vista à otimização de gestão de compras de uma organização. Assim sendo, faz sentido incorporar no processo de avaliação e seleção de fornecedores o conceito de gestão de risco, passando pela conceptualização de um modelo integrado baseado no AHP e na gestão de risco de fornecimento. Este modelo integrado pode

constituir uma mais valia para qualquer tipo de organização independentemente do mercado em que se insere.

O conhecimento e a experiência dos gestores de compras são essenciais para seleção e avaliação dos fornecedores, tal como um plano de mitigação dos riscos (prevenção, redução e eliminação dos riscos) associados à cadeia de abastecimentos é imperativo para garantir um plano de fornecimento eficiente. Em adição, as organizações devem contemplar um plano de abastecimentos flexível tem em conta as inúmeras variáveis existentes no âmbito do fornecimento de modo a manterem-se competitivas.

Em suma, o grande desafio das organizações é manterem uma cadeia de abastecimentos eficiente, flexível e adaptável, sendo esta capaz de se adaptar perante qualquer tipo de alterações e/ou riscos (diferentes planos estratégicos de negócio, eventos naturais e eventos externos com elevado impacto na cadeia de abastecimentos) que possam surgir a curto, médio e longo prazo.

1.2 - Questões de investigação

O estudo desenvolvido analisa o processo de seleção de fornecedores aplicado na divisão de contratação e compras da Arsenal do Alfeite, S.A, uma instituição de construção e reparação naval, englobada na Base Naval de Lisboa. O seu principal foco passa pela satisfação das necessidades de construção, manutenção e reparação naval da Marinha de Guerra Portuguesa e diversas Marinhas estrangeiras. O presente estudo é baseado em técnicas de decisão multicritério, usando como base o modelo de decisão *Analytic Hierarchy Process* - AHP. Este modelo de decisão é aplicado à seleção do fornecedor de um matéria-prima específica, que melhor atende às necessidades da instituição em questão. Durante a aplicação do AHP é aplicada uma análise do risco de fornecimento para os fornecedores em estudo, de modo a complementar e inovar a análise multicritério.

A presente investigação tenta otimizar os processos de aquisição da divisão de contratação e compras, tanto a nível de custos de aquisição como a nível de seleção de fornecedores. Tendo em conta que a instituição é pública e as verbas disponibilizadas pelo Estado Português são limitadas, a minimização dos custos totais da mesma são essenciais. Em adição, destaca-se que os custos de aquisição da Arsenal do Alfeite, SA representam entre 40% a 50% dos seus custos totais. Como tal, a otimização dos custos na área de aquisições é um tema pertinente e com grande importância para a instituição em causa. A redução dos mesmos passa por uma boa seleção de fornecedores, passando por uma análise dos critérios de seleção tradicionais e uma gestão de risco da cadeia de abastecimentos. Devido à crescente vulnerabilidade existente no mercado em que a

instituição se insere, é aconselhável realizar uma gestão de risco de fornecimento. A médio e longo prazo, esta gestão evita inúmeras situações adversas que podem vir a aumentar os custos totais da instituição.

No final da investigação verificar-se-á se o modelo integrado AHP com gestão de risco de fornecimento pode vir a ser uma mais valia para as empresas, sendo o mesmo aplicado num caso de estudo real. Analogamente o modelo integrado será comparado com o modelo de avaliação e seleção de fornecedores atualmente utilizado pela Arsenal do Alfeite, SA, o qual segue o regime de contratação pública imposto pelo Estado Português, o qual afirma que as empresas devem adquirir os seus bens e serviços ao preço economicamente mais vantajoso.

1.3 - Objetivos de investigação

O objetivo principal da presente investigação passa pela criação de uma abordagem alternativa para o problema de seleção de fornecedores da empresa Arsenal do Alfeite, SA. De referir que para alcançar esse objetivo foi realizado um caso de estudo, o qual passou pela aquisição de 3 chapas de alumínio com medidas, propriedades e requisitos de qualidade definidos destinadas à manutenção de lanchas da Marinha Portuguesa. A metodologia a aplicar para a resolução do problema em questão trata-se da aplicação de um modelo de decisão multicritério e uma gestão de risco do abastecimento associado a cada fornecedor em análise.

O modelo de decisão *Analytic Hierarchy Process* suporta tanto critérios qualitativos tanto quantitativos, é de fácil aplicação e poderá facilitar as negociações com fornecedores tal como processos de compras a longo prazo. Por outro lado, a gestão de risco do abastecimento permite avaliar de forma rápida e sucinta todos os riscos associados a cada fornecedor em análise. Com uma base de dados organizada e atualizada, relativa a todos os fornecedores e respetivos riscos, a gestão de risco de abastecimento revela-se bastante útil e prática, apresentando ainda, medidas mitigadoras e de prevenção para os riscos identificados.

O alcance dos objetivos da investigação implicou a realização das seguintes atividades:

- Revisão da literatura;
- Aplicação do modelo proposto *Analytic Hierarchy Process* e gestão de risco de fornecimento;
- Análise e discussão de resultados do modelo proposto;
- Desenvolvimento de um plano de mitigação e prevenção para cada potencial risco identificado;

1.4 - Metodologia de investigação

Numa fase inaugural da investigação é realizada uma revisão da literatura focada principalmente na gestão da cadeia de abastecimentos, processos de aquisição, métodos de decisão multicritério de apoio à seleção de fornecedores e ainda gestão do risco de abastecimento. A presente revisão da literatura tem como base a pesquisa de artigos científicos publicados em plataformas *online* e pela análise de livros consideráveis no que diz respeito aos temas indicados anteriormente.

Posteriormente, um estágio profissional é realizado na empresa Arsenal do Alfeite, SA com objetivo de analisar e compreender o funcionamento da organização especialmente no departamento de contratação e compras da mesma. O presente estágio passa pelo acompanhamento diário de diversos operários, gestores e engenheiros de áreas distintas da empresa, possibilitando assim obter uma visão global do funcionamento da empresa. Analogamente, realiza-se uma revisão documental dos processos da Arsenal do Alfeite, SA, especificamente na divisão de contratação e compras, tal como reuniões informais com diversos trabalhadores.

Com base nos processos e realidade verificada no departamento de contratação e compras da Arsenal do Alfeite, SA é identificado o método de decisão multicritério mais adequado para a seleção e avaliação de fornecedores. Os critérios considerados no método de decisão são definidos através de reuniões informais com a chefe do serviço de compras e com o responsável pela divisão de contratação e compras. De modo a completar o estudo relativo ao fornecimento da organização, é ainda realizada uma gestão do risco relativa ao fornecimento, a qual passa pela identificação dos principais riscos associados a cada fornecedor e avaliação dos mesmos respetivamente. Da junção destas duas metodologias resulta um processo fiável, prático e consideravelmente simples para a seleção do melhor fornecedor consoante cada caso em específico. A figura 1.1 apresenta de forma clara e sucinta toda a metodologia de investigação que é aplicada na presente investigação.

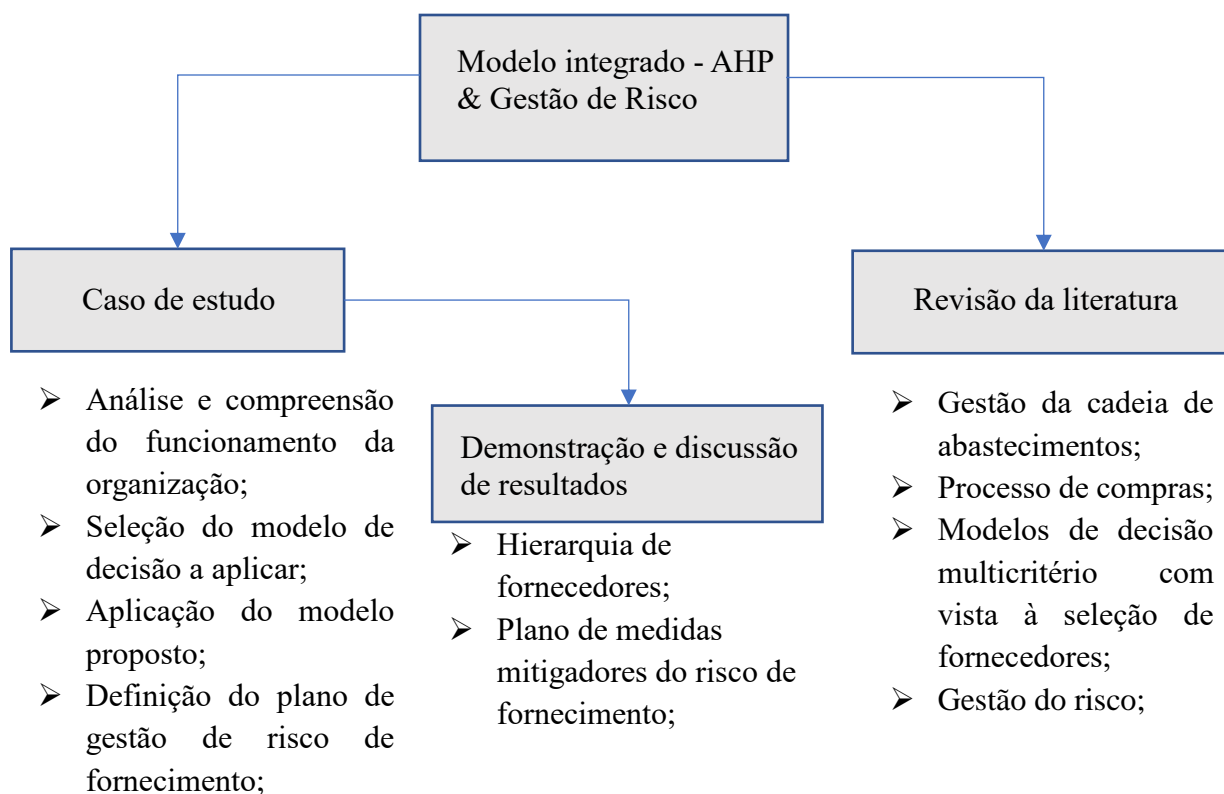


Figura 1.1 – Metodologia de Investigação (elaboração própria).

1.5 - Fornecimento de dados

Desde maio a julho de 2018, um estágio profissional foi realizado na empresa Arsenal do Alfeite, SA a qual, forneceu todos os dados necessários para a realização da presente Dissertação de Mestrado.

Numa primeira fase, o estágio profissional focou-se no enquadramento da realidade de trabalho das diversas divisões existentes na instituição. Os estágios de curta duração (1 a 2 semanas) em cada divisão da mesma, forneceram uma visão global do funcionamento de um estaleiro naval de dimensão considerável. Numa segunda etapa, o estágio profissional imergiu na Divisão de Contratação e Compras da Arsenal do Alfeite, SA com vista à recolha de dados necessários para a realização da presente Dissertação de Mestrado. Os dados recolhidos durante esta fase do estágio profissional e que são necessários ao desenvolvimento da presente investigação são:

- PFM – Pedido de Fornecimento ao Mercado;
- Identificação dos possíveis fornecedores a contactar e informações específicas sobre os mesmos;
- Análise Técnica de Mercado – Avaliação das propostas recebidas de cada fornecedor;

-
- Requisição ao Mercado;
 - Identificação dos critérios tradicionais pertinentes a considerar na aplicação do modelo proposto da presente investigação;
 - Identificação e avaliação dos possíveis riscos da cadeia de abastecimentos para cada fornecedor selecionado;

Os dados acima referidos são relativos a uma aquisição de material para lanchas em manutenção na Arsenal do Alfeite, SA e foram fornecidos através de reuniões informais com os responsáveis da DCO e intervenientes diretos na função compras.

1.6 - Estrutura da Dissertação

A presente Dissertação encontra-se estruturada por seis capítulos principais:

- Capítulo I – Introdução

Neste capítulo é realizado um enquadramento do problema a abordar e os objetivos da investigação. Analogamente, a metodologia de investigação, onde é definido todo o procedimento para a realização da Dissertação, e o próprio fornecimento de dados são descritos ao longo do mesmo.

- Capítulo II – Revisão da Literatura

No segundo capítulo é realizado um enquadramento do problema com a quarta revolução industrial e é efetuada uma revisão da literatura perante os temas gestão da cadeia de abastecimentos, processo de compras, métodos de seleção de fornecedores e gestão de risco afincadamente. Ao longo deste capítulo, os métodos de seleção de fornecedores desenvolvidos e estudados ao longo das últimas décadas são descritos e comparados entre si, culminando com a identificação do método mais indicado para o efeito pretendido do presente estudo (sendo o método selecionado descrito genericamente). No fim do capítulo é realizada uma curta revisão da literatura relacionada com o conceito de risco, gestão do mesmo e sistemas de gestão de risco de fornecimento.

➤ Capítulo III – Modelo integrado proposto – AHP & Gestão de Risco

No terceiro capítulo da presente Dissertação é apresentado o modelo proposto, o qual visa a integração do modelo de decisão AHP com gestão de risco de fornecimento. Todas as etapas necessárias para a aplicação do modelo proposto são descritas sucintamente e, ainda é referida uma oportunidade de melhoria para Dissertações de Mestrado futuras.

➤ Capítulo IV – Caracterização da Empresa: Arsenal do Alfeite, SA

A caracterização da Arsenal do Alfeite, SA é estruturada pelos seus âmbitos, objetivos, Missão e Visão, tal como pela sua estrutura interna, tendo concedido maior importância à divisão de contratação e compras, onde o presente estudo foi realizado. Em relação à caracterização da presente divisão, é arquitetada consoante os seus objetivos e principais atividades e processos.

➤ Capítulo V – Implementação do modelo proposto na Arsenal do Alfeite, SA

Posteriormente à recolha e análise dos dados fornecidos pela instituição, é aplicado o modelo proposto no caso de estudo, Arsenal do Alfeite, SA, estando todas as etapas do modelo descritas e apresentadas no presente capítulo. No final do capítulo são apresentados os resultados provenientes do modelo proposto e a correspondente análise de resultados perante o fornecimento em questão.

➤ Capítulo VI – Conclusões e Recomendações

Por fim, são apresentadas as conclusões e recomendações da presente investigação, onde se realiza um breve enquadramento da mesma e uma curta descrição do caso de estudo, Arsenal do Alfeite, SA. Analogamente são descritas todas as adversidades encontradas ao longo do estudo, as conclusões retiradas do modelo proposto, e por último, são mencionadas duas propostas de investigação futuras na área em que o presente estudo se insere.

Capítulo 2 - Revisão da Literatura

2.1 - Indústria 4.0

No contexto atual, as empresas não devem conceber soluções sem ter consciência da quarta revolução industrial – digitalização dos processos - e dos princípios envolventes. A realidade aumentada, o *Machine Learning*, a *Big Data*, a análise preditiva, a inteligência artificial e a Internet das coisas são os alicerces da Indústria 4.0.

Realidade Aumentada

A realidade aumentada é uma tecnologia que permite adicionar elementos virtuais à realidade tal como a conhecemos, seja através de um *smartphone* ou *smartglasses*, é possível visualizarmos conteúdos como vídeos, imagens, hologramas e até efeito raio-x. Esta nova realidade expande os horizontes industriais na medida em que podemos visualizar tutoriais sobrepostos às máquinas, realizar intervenções de manutenção ou inspeção com auxílio de especialistas a quilómetros de distância, visualizar instruções nos locais de trabalho o que permite evitar erros humanos e acelerar processos. Tudo isto aponta para um aumento da eficiência dos processos internos das empresas e redução de custos operacionais.

Machine Learning

O Machine Learning é um método de análise de dados que automatiza a construção de modelos analíticos. Este trata-se de um ramo da inteligência artificial baseado no princípios de aprendizagem com dados, identificação de padrões e tomada de decisões com pouca intervenção humana. Este método envolve três categorias amplas, dependendo da natureza do aprendizado, que são o aprendizado supervisionado, aprendizado não supervisionado e o aprendizado por reforço. Por fim, o Machine Learning possui uma profunda relação com a estatística, técnicas de previsão e classificação.

Big Data

A *Big Data* encontra-se no epicentro da Indústria 4.0, na medida em que, a revolução industrial está diretamente ligada com a recolha, armazenamento e análise de um grande volume de dados. Adicionalmente um dos princípios da Indústria 4.0 é a interoperabilidade, na qual os fatores humanos e tecnológicos interagem com os dados possibilitando a criação de tendências e preferências nos consumidores. Como tal uma das funções da Big Data é a capacidade antecipar e prever as necessidades dos consumidores através dos seus registos passados, tornando o consumidor um elemento ativo na linha de produção através dos seus desejos e vontades. Pode-

se assim afirmar que a Big Data representa uma parte essencial e fundamental desta revolução industrial em que vivemos.

Análise preditiva

A análise preditiva ou manutenção preditiva é um dos pilares da Indústria 4.0 devido à complexidade das aplicações industriais nos dias correntes, estando diretamente ligada com as linhas de produção e seus equipamentos. Todas as técnicas da análise preditiva têm como finalidade indicar as condições reais do desempenho das máquinas ou processos, e através de parametrizações consegue-se identificar o desgaste dos componentes. Assim, a análise preditiva garante a confiabilidade e disponibilidade dos equipamentos, reduz as manutenções corretivas, minimiza a quantidade de tempos mortos, potencializa a vida útil dos componentes e garante um elevado nível de serviço.

Inteligência Artificial

A inteligência artificial é essencialmente uma área da computação com o intuito de evoluir as máquinas ao ponto de pensarem como os seres humanos, tendo assim o poder de aprender, raciocinar e tomar decisões fundamentadas e inteligentes. Para tal, é imperativo ter uma base de modelos de dados sólidos para classificar, processar e analisar dados, acesso a uma enorme quantidade de dados não processados para alimentar os tais modelos e ainda um recurso computacional de elevada potência com capacidade de processar os dados rapidamente e eficientemente.

Internet das coisas

A *Internet das coisas* trata-se de uma rede de objetos físicos capaz de obter e transmitir dados entre si. A Internet das coisas trata-se de uma extensão da Internet atual que possibilita os objetos vulgares (com capacidade computacional e comunicativa) de se conectar à rede. Diversas são os benefícios industriais provenientes desta tecnologia, entre os quais, o controlo remoto de objetos quer por parte do fabricante quer por clientes provedores do serviço. Todavia, tais possibilidades apresentam riscos operacionais e tratam-se de grandes desafios técnicos e sociais.

Os conceitos definidos transformam as organizações e os modelos de negócio alavancando a competitividade a todos os níveis. Neste contexto a função compras e em particular a seleção e avaliação de fornecedores também não podem ficar alheios a esta realidade. Soluções de digitalização de processos, Machine Learning, análise preditiva e *Big Data* são aspetos que podem ter aplicação concreta em modelos de seleção de fornecedores. Uma vez que os próprios modelos de seleção e avaliação de fornecedores podem ser desmaterializados e assentes em tecnologia concreta, a informação gerada desses mesmos modelos pode gerar processos de

autoaprendizagem capazes de projetar tendências futuras relacionadas com o desempenho dos fornecedores e sua capacidade de respostas perante a cadeia de abastecimentos envolvente.

2.2 - Gestão da Cadeia de Abastecimentos

A gestão da cadeia de abastecimento trata-se de um conceito com diversos significados e termos possíveis. Diversos autores caracterizam este conceito de diferentes maneiras porém todos concordam no seguinte ponto, a gestão da cadeia de abastecimento é responsável pelo fluxo de materiais e informação desde o fornecedor até ao consumidor final. Adicionalmente a cadeia de abastecimento consiste numa série de atividades e organizações que tornam possível o fluxo dos materiais, sendo a cooperação entre estas organizações um elemento chave para o sucesso de uma cadeia de abastecimentos (Waters, 2007). Como tal, podemos afirmar que a gestão da cadeia de abastecimentos engloba todas as atividades e organizações envolvidas desde que as matérias-primas são produzidas pelos fornecedores até que o produto acabado chega ao consumidor final. Nas últimas décadas, pequenas e grandes empresas apresentam uma crescente sensibilidade para com a eficiência da sua gestão de cadeia de abastecimentos. Naturalmente, a gestão de cadeia de abastecimentos engloba todas as relações com os fornecedores e clientes e tem como objetivo supremo, o fornecimento do maior valor possível ao cliente final e ainda, passando pela minimização dos custos globais (Christopher, 1992). Adicionalmente, esta afeta todos os componentes de valor para os *stakeholders* (custo, serviço ao cliente, ativos e rendimentos) e tem vindo a ganhar destaque aquando se define a estratégia de negócio das organizações (Beth et al, 2006).

O aumento da importância da gestão da cadeia de abastecimento advém de diversos fatores de mudança, tais como a globalização da economia (com o aumento da quantidade de exportações e importações aumentado a competitividade entre empresas), alterações repentinas do comportamento dos mercados globais, diferenciação dos produtos e serviços, maior exigência por parte dos clientes relativamente à qualidade dos produtos e serviços prestados, pressão dos *stakeholders*, e ainda, as pressões ambientais que desafiam os conceitos tradicionais da cadeia de abastecimentos (Carvalho, 2010). Estes fatores traduzem-se em diversos constrangimentos e maiores exigências para com as organizações, destacando-se a maior complexidade de fluxos de informação e material, necessidade de rastreabilidade de encomendas e competição acrescida baseada nos fatores tempo de entrega, qualidade dos produtos e serviço prestado antes e depois da entrega (Carvalho, 2010).

Semelhantemente, a gestão de compras tem vindo a assumir um papel cada vez mais importante quer para grandes e pequenas empresas, do setor privado ou setor público, sendo

atualmente uma das funções predominantes na gestão da cadeia de abastecimentos (Carvalho, 2010). A gestão estratégica das compras tem vindo a ter cada vez mais impacto positivo na performance global de uma empresa, tanto a nível financeiro como a nível de relacionamento com fornecedores (Carr e Pearson, 2002). Monczka (2008) reforçou a ideia anterior, acrescentando que os processos de compras devem ser vistos como uma atividade estratégica e os seus departamentos devem ser chefiados como uma parte crítica da empresa.

Na secção seguinte do presente capítulo é realizada uma revisão da literatura mais pormenorizada em relação ao processo de compras, suas funções e fatores influenciadores.

2.3 - Processo de compras

O processo de compras é essencial em qualquer tipo de negócio, tendo-se tornado num processo de carácter estratégico, hoje em dia. As empresas encaram o setor de compras de uma forma mais séria e proativa comparativamente com o passado recente, pois o presente setor tem vindo a ganhar uma grande importância a nível estratégico de negócios de uma empresa (Carr e Pearson, 2002).

O processo de compras trata maioritariamente do processo de identificação, seleção e avaliação de fornecedores segundo os seus critérios bem definidos. Também é responsável pela aquisição de serviços e equipamentos necessários para a tarefas a realizar. Este setor empresarial apresenta uma grande importância na medida em que determina a qualidade dos produtos existentes na empresa, permite a continuidade de produção sem roturas de stocks e analisa em mercado o melhor fornecedor para cada situação. Como será explicado posteriormente, a seleção e identificação do melhor fornecedor é um processo, por vezes, bastante subjetivo pois é um processo multicritério e dependendo dos critérios de seleção de fornecedores que escolhermos, a decisão final poder-se-á alterar.

Em termos, de contacto entre empresas e fornecedores, por vezes, são os próprios fornecedores que contactam as organizações, através dos seus representantes de vendas, publicitando os seus produtos. Noutras ocasiões, são as próprias organizações/empresas que têm de encontrar e procurar os seus próprios fornecedores, isto acontece através de feiras industriais, *wholesale showrooms*, contactos industriais conhecidos e ainda revistas certificadas (Bello 2003)

2.3.1 - Função de compras

A função de compras dentro de uma organização passa primordialmente pela aquisição de bens ou serviços necessitados pela mesma. Como tal, o ciclo de compras é definido genericamente pelas seguintes etapas principais:

- Identificação da necessidade do bem ou serviço;

A primeira etapa do ciclo de aquisição de bens e serviços passa pela identificação da necessidade e comunicação da mesma à divisão de compras da empresa. Todos os trabalhadores da empresa têm a responsabilidade de efetuar a presente etapa quando necessário ou detetado.

- Caracterização das especificações técnicas do bem ou serviço a adquirir;

A segunda etapa do ciclo passa pela caracterização do bem ou serviço que é requerido, em termos da sua especificidade (características, dimensões, quantidade, entre outras). Esta etapa pode ser realizada tanto pelo trabalhador identificador da necessidade, como pelo seu imediato superior ou ainda pela equipa de compras da empresa.

- Elaboração de um caderno de encargos e programa de concurso público;

A presente etapa do ciclo de compras é realizada pela equipa de compras da organização sendo de carácter obrigatório. Para lançar um concurso público relacionado com a aquisição de um bem ou serviço é necessário a elaboração de um caderno de encargos onde são estipuladas todas as cláusulas e normas relacionadas com o fornecimento.

- Identificação de potenciais fornecedores;

Nesta etapa do processo, a equipa de compras seleciona e recolhe informação sobre os seus fornecedores relativamente aos critérios pretendidos, tais como custos, fiabilidade, qualidade, serviços entre outros. Esta informação é recolhida através dos registos da própria empresa em relação aos fornecedores, tendo como base os fornecimentos anteriores. É de referir que nas situações em que existem diversas alternativas de fornecimento possíveis, os fornecedores com *performances* passadas medíocres são descartados imediatamente.

- Lançamento do concurso público;

Quando se dá o lançamento do concurso público qualquer fornecedor que cumpre todos os critérios estipulados anteriormente pode-se candidatar ao mesmo. É de referir que todos os fornecedores têm acesso ao caderno de encargos de modo a avaliarem eficientemente as normas e cláusulas do fornecimento.

➤ Período de Esclarecimento;

Durante todos os concursos públicos existe um período de esclarecimento para os interessados, no qual todas as questões relacionadas com o fornecimento e suas cláusulas são esclarecidas.

➤ Receção e avaliação de propostas;

Após o encerramento do concurso público, a empresa recebe as propostas dos fornecedores considerados capacitados para concretizar o fornecimento perante todos os critérios definidos *à priori*. De seguida, as equipas de compras aplicam as suas próprias metodologias de seleção de fornecedores, tendo em conta os seus próprios critérios e subcritérios pré-definidos, com vista à tomada de decisão.

➤ Tomada de decisão e adjudicação

A tomada de decisão e adjudicação do fornecimento dá-se quando as equipas de compras concluíram a avaliação de propostas dos fornecedores dando assim seguimento a contratualização do processo com o fornecedor selecionado.

➤ Contratualização

Na presente etapa, a equipa de compras transmite aos fornecedores o resultado do concurso público e formaliza o contrato com o fornecedor selecionado onde são definidos os últimos aspetos do fornecimento caso seja necessário.

➤ Receção de bens ou serviços

A receção de bens ou serviços dá-se quando o fornecedor conclui o fornecimento requerido nas instalações da empresa.

➤ Avaliação da prestação do serviço do fornecedor

Depois do processo de aquisição de bens e serviços ser realizado, toda e qualquer organização deve avaliar os seus próprios fornecedores em relação à sua *performance*. Esta informação é de extrema importância tendo em vista os fornecimentos futuros. Quando a equipa de compras estiver a identificar potenciais fornecedores para um determinado fornecimento, é imperativo ter um registo das *performance* anteriores dos fornecedores em questão, para que seja possível tomar uma decisão fundamentada.

2.3.2 - Fatores influenciadores do processo de compras

O principal impulsionador dos processos de compras é o próprio ambiente competitivo deste setor. Como tal, de modo a uma organização manter-se competitiva no seu setor deve adotar uma visão estratégica de abastecimento tendo de ter em conta diversos fatores internos e externos.

“The prime reason for purchasing assuming a more strategic focus stems from the many pressures placed upon it from the competitive environment.” (Cousins, 2008)

No setor de fornecimento, diversos são os tipos de fatores que influenciam o processo de compra, nomeadamente os fatores tecnológicos, sociais, políticos e económicos. Cada fator indicado anteriormente é composto pelos respetivos subfatores. A figura 2.1 representa os fatores e subfatores influenciadores do processo de compras.

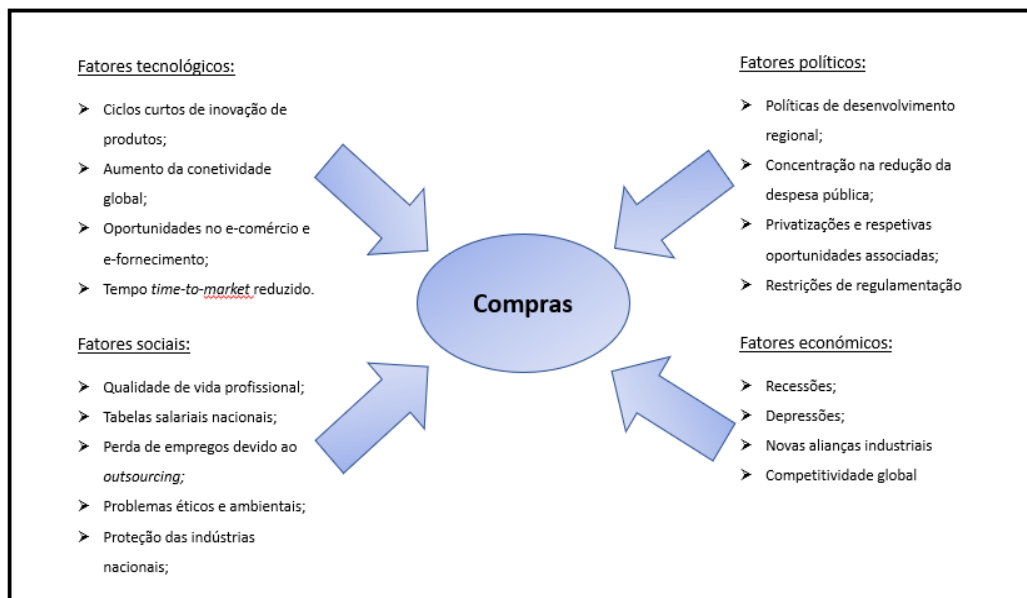


Figura 2.1 - Fatores influenciadores do processo de compras (adaptado de Cousins et al, 2008).

Fatores tecnológicos

A evolução tecnológica proporcionou um avanço significativo a nível de partilha de informação e processos internos e externos das organizações, através do aumento da conectividade global da cadeia de abastecimentos e do fluxo de informação quase instantâneo. Como tal deu-se alterações relevantes relativamente à gestão dos negócios, especialmente a nível da gestão de compras. O processo de compras tornou-se mais eficiente e rápido através do avanço das novas tecnologias, pois estas oferecem um contacto imediato entre todas as partes interessadas da cadeia

de abastecimento podendo resolver situações pendentes a um ritmo considerável. Em adição a internet veio proporcionar um modo totalmente novo de realizar compras quer por parte das organizações quer por parte dos clientes.

Fatores sociais

As pressões sociais cada vez mais influenciam a forma como as organizações são geridas. As condições de trabalho, a qualidade de vida dos trabalhadores a nível profissional e os problemas éticos e ambientais têm ganho um reconhecimento a nível social, como tal as organizações têm que se adaptar à nova realidade e às novas exigências por parte da sociedade. O processo de compras não é independente desta nova realidade empresarial, como tal uma organização que lide eficientemente com as pressões sociais existentes terá uma boa imagem aos olhos dos clientes o que facilitará os processos de compras.

Fatores políticos

As pressões políticas exigiram alterações profundas na gestão das organizações especialmente no setor industrial. Devido às alterações nas fontes de fornecimento e na estrutura da indústria propriamente dita, as organizações optam pela solução do menor custo total em detrimento do fator qualidade. Nos dias correntes, as organizações procuram perceber o custo total do produto (inclusive o custo relativo à produção, transporte e processos), trabalhando ainda em conjunto com os fornecedores com vista à minimização do mesmo.

Fatores económicos

A crescente pressão económica exige uma reavaliação dos processos relativos à gestão da cadeia de abastecimentos efetuada pelas organizações. Uma das principais consequências das pressões económicas é a baixa da inflação, o que obriga às organizações a alterar o seu plano de negócios. Os gestores têm diversas abordagens possíveis perante este problema, tais como redirecionar o aumento dos custos para o seu consumidor, a aceitar uma receita inferior derivada do seu negócio ou ainda a exigir custos unitários mais reduzidos relativamente ao seu próprio fornecimento.

Adicionalmente os princípios do Código de Contratação Pública imposto pelo Estado Português podem ser considerados com fatores influenciadores do processo de compras através dos concursos públicos. Dentro dos diversos princípios do CCP destaca-se os seguintes três como sendo os predominantes:

➤ Transparência

O princípio da transparência defende que as decisões tomadas pelos condutores dos concursos públicos devem ser explícitas e bem fundamentadas, de forma a serem lógicas,

racionais e incontroversas para todos os intervenientes. De igual modo todas fases e conteúdo das mesmas devem ser explícitas para todos os participantes. Todos os critérios ou fatores de classificação e suas respectivas ponderações devem estar explícitos no caderno de encargos, na medida em que permite ao concorrente saber à partida qual será o seu posicionamento ou classificação consoante os demais.

➤ Igualdade

O princípio da igualdade foca-se particularmente no nível de participação e acesso dos diversos intervenientes no concurso público. Como tal, devem ser criadas iguais condições de acesso a todos os interessados. Semelhantemente todas as situações devem ser tratadas de igual maneira independentemente do participante em causa, ou seja, em caso algum um participante pode ser beneficiado, prejudicado, ou privado de qualquer direito perante o concurso público. Como tal, o princípio de igualdade tem duas vertentes principais:

- A proibição da discriminação - obrigação do tratamento igual a situações juridicamente iguais;
- A obrigação da diferenciação – obrigação do tratamento diferenciado a situações juridicamente diferentes;

➤ Concorrência

Tal como o princípio da igualdade, o princípio da concorrência foca-se no nível de participação e acesso dos diversos concorrentes para o concurso público. A Lei impõe um número mínimo de interessados em cada procedimento, garantindo assim um nível elevado de concorrência em toda e qualquer etapa do concurso público. Como tal, os diversos potenciais concorrentes devem ser impulsionados a participar nos concursos públicos para garantir um elevado grau de participação e consequentemente um elevado nível de concorrência.

2.4 - Tipos de fornecedores

Os fornecedores são essenciais para todo o tipo de negócio, como tal o processo de identificação e seleção dos mesmos é relevante. Assim sendo, numa primeira abordagem é necessário identificar os tipos de fornecedores existentes.

Por um lado, podemos afirmar que existem fornecedores locais, nacionais e internacionais.

Fornecedor local – Devido à proximidade geográfica fornece custos de transporte e lead time mais reduzido. Tal como as encomendas de emergência têm uma maior probabilidade de sucesso. Normalmente, este tipo de fornecedor é requisitado para encomendas de menor quantidade.

Fornecedor nacional – Este tipo de fornecedor apresenta maior capacidade de produção e melhor flexibilidade dado às flutuações da procura, comparativamente com o fornecedor local. Em adição, este tipo de fornecedor regularmente apresenta uma assistência técnica elevada.

Fornecedor internacional – Devido à comunicação, transporte e taxas aduaneiras os custos totais de compra são superiores comparativamente com os restantes fornecedores. Porém, este tipo de fornecedor contém novas tecnologias que ainda não estão disponíveis aos restantes e ainda, a probabilidade de rutura de stock é bastante reduzida, devido ao seu acesso alargado de mercado.

Por outro lado, alguns autores não classificam os tipos de fornecedores consoante a sua localização. Estes preferem antes classificá-los segundo o seu método de distribuição e/ou método laboral. Segundo o Lesonsky (2001), existem 4 categorias distintas em relação aos tipos de fornecedores existentes na cadeia de abastecimentos – Fabricantes, Distribuidores, artesãos independentes e fontes de importação (contactos estrangeiros).

Fabricantes – Trata-se de empresas que realizam a sua própria pesquisa, desenvolvimento e produção dos produtos acabados prontos a ser vendidos ao consumidor final. Em relação à cadeia de abastecimentos, os fabricantes representam a fonte de produtos acabados e sendo assim, os distribuidores, retalhistas e grossistas adquirem o seu material através deste tipo de fornecimento. Ao realizarem compras diretas aos fabricantes dos produtos, os distribuidores e retalhistas encontram preços muito competitivos pois ainda nenhuma outra empresa agregou uma margem de custo ao preço dos produtos. Portanto o ideal na compra de qualquer produto, tendo em vista o custo e se o pretendido é revendê-lo, será comprá-lo ao fabricante do mesmo.

Distribuidores – Ao contrário com o tipo de fornecedor descrito anteriormente, este não fabrica os seus próprios produtos, mas sim compra-os “em grosso” e revende-os/distribui-os em lotes mais pequenos. Tanto podem comercializar os seus produtos a distribuidores regionais, grossistas e retalhistas de menor dimensão tal como a grandes organizações, (diferentes quantidades de produto vendida consoante cliente). O seu rendimento advém das margens de custos entre o preço aplicado pelo fornecedor e o preço aceitável de revenda aos seus clientes.

Artesãos independentes – Estes fornecedores fabricam os seus próprios produtos, os quais, normalmente, são de escala reduzida e vendem-nos diretamente ao cliente final através de agentes exteriores e feiras artesanais.

Fontes de importação e exportação – Este tipo de fornecedor compra os seus produtos a fabricantes estrangeiros, ou por outro lado, vendem os seus produtos a clientes estrangeiros. Por vezes são os próprios a viajarem para países estrangeiros com vista à compra de produtos com preço mais reduzido e na venda dos mesmos a nível nacional.

2.5 - Seleção de fornecedores

Uma das áreas mais importantes relativamente às tomadas de decisão operacionais de qualquer empresa é a divisão de compras. Tendo em conta que, para a maior parte das empresas globais, os seus custos de aquisição representam cerca de 40% a 60% dos seus custos totais de produção, é de fácil compreensão a importância do estudo metódico desta área operacional (Weber et al., 1991). Caso a seleção de fornecedores e respetiva aquisição de material for mal efetuada pode significar efeitos com um impacto extremamente negativo, gerando um aumento muito significativo nos custos totais da empresa. Como tal, o processo de compras é responsabilidade da maior parte dos departamentos das organizações e não exclusivamente do departamento de compras. Entre todos os departamentos das organizações deve existir um grande fluxo de informação e os mesmos devem colaborar entre si com vista à otimização do processo de compras (Arnold, 2009).

Alguns dos aspetos mais importantes do departamento de compras é a seleção e avaliação de fornecedores, a análise de quantidades a encomendar e ainda, compra efetiva de material, serviços e equipamentos necessários no ambiente laboral (Liu et Hai, 2005). Dentro destes, a fase mais primorosa da divisão de compras é a seleção e avaliação de fornecedores segundo critérios pré-definidos, que servem de apoio à decisão do melhor fornecedor para cada situação (Nydick, 1992). O principal objetivo da seleção de fornecedores passa pela minimização dos riscos associados ao fornecimento e a maximização do valor acrescentado para o cliente. Como tal, uma eficaz seleção de fornecedores tem um impacto muito significativo no desempenho global da organização, tanto a nível interno como a nível externo. Se o processo de compras é realizado de forma eficiente, traduzir-se-á em vantagem competitiva em relação as diversas empresas concorrentes no mercado (Bello, 2003).

Durante a seleção de fornecedores, a quantidade de critérios e a sua respetiva avaliação depende de empresa para empresa. Algumas pequenas empresas utilizam poucos critérios para esta função, enquanto grandes empresas com um grande volume negócio, tendem a tornar o processo bastante moroso e complexo devido à quantidade de variáveis envolvidas. Como tal, a seleção de fornecedores pode ser de elevada complexidade dependendo do tamanho da organização, do negócio, quantidades monetárias envolvidas e da regularidade de compras

semelhantes num futuro próximo (Davidjaruh, 2000). Adicionalmente, as organizações devem analisar quais os fornecedores que apresentam melhor desempenho perante os seus critérios e ainda quais é que é possível criar parcerias duradoras e lucrativas para ambas as partes (Monczka, 2009).

A grande maioria dos especialistas na área de compras defendem que não existe um método de seleção de fornecedores ideal. As organizações devem experimentar diversos métodos e analisar qual é que se melhor aplica ao seu setor de negócio. Em relação aos métodos de fornecedores existentes, existem cinco categorias diferentes, técnicas de decisão multicritério, programação matemática, inteligência artificial e sistemas inteligentes, análise matemática multivariada e ainda múltiplos métodos (utilização em simultâneo de dois ou mais métodos de seleção de fornecedores), os quais serão descritos individualmente neste capítulo.

2.6 - Critérios para seleção de fornecedores

A seleção de fornecedores é um processo complexo pelo facto que diversos critérios e fatores devem ser tidos em conta no momento de tomada de decisão. Nas últimas décadas, a análise de critérios para selecionar e medir o desempenho dos fornecedores tem sido o foco de muitos artigos científicos e de trabalhos de investigação. A maioria destes artigos científicos tenta identificar e determinar a importância relativa dos critérios para a seleção de fornecedores, em diversas indústrias. Os critérios de decisão utilizados para a seleção de fornecedores e as ponderações respetivas tendem a ser diferentes consoante uma série de fatores (Sonmez, 2006):

- Características demográficas dos fornecedores;
 - Proximidade do fornecedor;
 - Tipo de transporte utilizado para efetuar as entregas de material;
- A dimensão dos fornecedores, em termos de mercado;
 - Quantidade de clientes;
 - Background dos fornecedores (em termos de performance de entregas e seu historial, suporte de pré-venda e pós-venda);
- A existência de estratégias de compra;
 - Descontos de Quantidade;
 - Facilidade de pagamento;
- O tipo de produtos e/ou serviços a serem comprados;
 - Diversidade de produtos, serviços;
 - Qualidade dos produtos e consistência de serviços;

Tendo em conta os fatores acima descritos, o gestor responsável seleciona os critérios que melhor se enquadram no seu âmbito, dando especial importância ao cumprimento dos objetivos organizacionais e a satisfação da necessidade de compra. É de referir que os requisitos de compra dependem de forma significativa do tipo de compra, e são determinados maioritariamente pelos clientes internos e externos ao longo da cadeia de abastecimento, pois dependem das suas necessidades (Monczka et al.,2009).

2.6.1 - Descrição dos critérios para a seleção de fornecedores

Em 1966, Dickson criou e avaliou uma lista de 23 critérios de seleção de fornecedores, a qual é apresentada na tabela 2.1.

Tabela 2.1 – Critérios de Avaliação de Fornecedores (adaptado de Dickson, 1966)

| Nº | Descrição dos critérios de avaliação de fornecedores |
|----|--|
| 1 | Preço líquido (preço final e preço de transporte) |
| 2 | Performance na entrega (cumprimento do prazo, condições de entrega e transporte) |
| 3 | Qualidade do produto |
| 4 | Área de produção/layout adequado |
| 5 | Histórico de entregas |
| 6 | Gestão do negócio |
| 7 | Rentabilidade |
| 8 | Reputação |
| 9 | Garantias e tratamento de reclamações |
| 10 | Capacidade tecnológica (fiabilidade relativa ao processo tecnológico) |
| 11 | Vocação para o negócio |
| 12 | Embalagem adequada |
| 13 | Impressão |
| 14 | Conformidade processual |
| 15 | Auxílio pós-venda |
| 16 | Atitude (Cooperação e tempos de resposta a novas solicitações) |
| 17 | Sistema de informação |
| 18 | Volume de negócio |
| 19 | Localização geográfica |
| 20 | Conformidades recíprocas |
| 21 | Formação aos trabalhadores |
| 22 | Serviço ao cliente (assistência e suporte) |
| 23 | Condições laborais |

Os critérios de Dickson ainda são tidos em conta na seleção de fornecedores pelos gestores de compras nos dias correntes. É de extrema importância referir que dependendo do serviço a realizar ou produto a adquirir, os critérios utilizados variam, não existindo assim uma “receita” pré-definida. Cada caso é um caso, porém os autores referem que os critérios que têm maior impacto, de modo geral, são o preço, a qualidade, entrega e serviço associado. Porém existe um leque bastante variado de critérios a aplicar à seleção de fornecedores nos dias correntes, sendo os seguintes bastante mais específicos e atuais que os referidos anteriormente:

- Capacidade de resposta a encomendas urgentes e alterações inesperadas da demanda;
- Serviço pós-venda;
- Assistências técnicas;
- Capacidade de inovar conjuntamente com o fornecedor;
- Facilidade de acesso à gestão de topo;

2.6.1.1 - Custos

O custo é o critério mais importante relativo à seleção de fornecedores. No mercado global atual é de extrema importância que cada empresa encontre um fornecedor de baixo custo, fiável, e que permita a minimização dos custos de transporte, importação, documentação e comunicação.

“Profit maximization cannot be achieved without the cost minimization” Singh, 2012

Tal como Singh (2012) referiu, para a empresa atingir um maior nível de receitas no final de um determinado período, é necessário a minimização dos custos relativos à seleção de fornecedores e compra efetiva de material. Este critério pode ser dividido em diversos subcritérios, tais como, o custo unitário, taxas relativas, custos de logística, descontos de quantidade e termos de pagamento.

2.6.1.2 - Qualidade

Este critério é de extrema importância pois tem influência direta na satisfação do cliente final (objetivo de todas as empresas) e cria um aumento da resposta na compra aos produtos. Além disso, o conceito de “qualidade” tem vindo a sofrer alterações ao longo das últimas décadas. Já não se encontra apenas relacionada com as capacidades e especificações do produto, estendendo-se com a qualidade do serviço prestado e relação entre fornecedor e fabricante.

“Quality no longer simply applies to the product itself but also applies to the service and other received aspects of the supplier-manufacturer relationship” – Keskar 1999

A qualidade incorporou a relação entre fornecedor e fabricante, para ter em conta os casos em que são necessárias alterações na forma de fabricação do produto ou simplesmente nos casos que houve problemas com o fornecimento. Se esse tipo de qualidade se verificar o processo não será demorado e provará a boa relação entre instituições, sem afetar de forma significativa a produção e os processos de ambas.

Portanto, este critério divide-se em diversos subcritérios, tais como, o *lead-time*, conformidade com as especificações dos produtos, capacidade do processo entre fornecedor e fabricante (qualidade da relação entre entidades) e qualidade do produto em si (tempo de ciclo de vida e características específicas).

2.6.1.3 - Distribuição e entrega

A entrega dos pedidos realizados aos fornecedores deve chegar *on-time* aos seus clientes. Toda a produção de uma organização está em risco de *stand-by* pela falta de sobresselentes ou material necessário para o seu funcionamento regular. Adicionalmente, o fornecedor deve ter uma boa performance relativo aos seus fornecimentos anteriores e deve ser certificado pela norma ISO 9001:2015, caso o fabricante o exija.

2.6.1.4 - Serviço

Este fator tem sido mensurado com na base na importância relativa do mesmo na seleção de fornecedores dos fabricantes. Como tal existem diversos aspetos que os fornecedores devem cumprir para efetivamente prestarem um bom serviço aos seus próprios clientes. Como tal, o fornecedor deve fornecer apoio técnico aos seus clientes antes e depois das vendas serem realizadas. Analogamente, deve apresentar uma atitude proativa e flexibilidade dos seus serviços perante os seus clientes. Na medida em que deve aceitar queixas por parte dos fabricantes e tentar ir de encontro com as exigências dos mesmos. E, por fim, devem mostrar vontade própria e habilidade em alterar volumes e conteúdos de encomendas.

2.6.1.5 - Fatores de risco

Os fatores de risco são um critério fundamental na seleção e avaliação de fornecedores pois estão diretamente ligados com a avaliação do risco do fornecimento.

“(...) Risk is the most important fator and highly influences on supplier selection.” – Singh, 2012

Se existem muitos fatores de risco relacionados com um certo fornecedor, a probabilidade do fornecimento não ser realizado é relativamente elevada, o que pode levar a roturas de stocks e inclusive paragem de produção. Diversos são os possíveis risco de fornecimento numa cadeia de abastecimento, entre os quais destacam-se as catástrofes naturais, roturas geopolíticas, alterações inesperadas na procura, incapacidade produtiva e ainda problemas perante testes de validação e qualidade dos produtos. Estes acontecimentos levam a uma perda de competitividade perante os seus concorrentes diretos, a par de uma perda de viabilidade perante os seus clientes. Como tal é fundamental para qualquer organização e qualquer fornecedor, ter planos de contingência relativos ao fornecimento de modo a serem capazes de atuar sobre situações adversas e inesperadas.

2.6.1.6 - *IT Knowledge*

Informação é um aspeto crítico em qualquer tipo de transação entre 2 entidades. É de extrema importância a disponibilidade da informação de modo a garantir um elevado nível de performance da cadeia de abastecimentos.

“Without information a manager can only make a decision blindly.” Singh 2012

A cadeia de abastecimentos apenas e só se torna visível e analisável para um gestor, através de informação fiável e atual. Com esta informação, é possível melhorar a performance na cadeia de abastecimentos através de diversas abordagens. Em primeiro lugar, atualmente não é necessário deslocar-nos fisicamente para tomar qualquer tipo de decisão, se a informação disponível for fiável e estiver atualizada. Uma boa IT facilita a comunicação entre entidades e torna o “mundo pequeno”. Historicamente, dentro das organizações, tudo era realizado, escrito e transmitido manualmente, o que poderia levar a erros e tornava os processos consideravelmente mais lentos. Com o desenvolvimento dos *softwares* informáticos, esses erros são minimizados e os processos tornam-se mais rápidos e eficientes, seguindo assim os princípios da digitalização dos processos referente à quarta revolução industrial.

Concluindo, o presente critério é divisível entre adaptabilidade do software a novos cenários, capacidade do mesmo e ainda a própria facilidade de utilização por parte de *users*, sendo estes experientes ou novatos.

De seguida é apresentada uma revisão dos critérios utilizados em estudos relacionados com seleção de fornecedores desde 1960 até 2017, com vista à perceção dos critérios com maior taxa de utilização.

2.6.2 - Critérios utilizados na seleção de fornecedores em estudos anteriores

Ao longo dos últimos cinquenta anos, diversos estudos foram realizados na área da identificação, seleção e avaliação de fornecedores. Cada estudo apresenta os seus próprios critérios de seleção de fornecedores e ao longo dos anos pode-se verificar a evolução da utilização dos critérios utilizados nos processos. Tal como existem estudos relativos às práticas utilizadas na seleção e avaliação de fornecedores cada um referindo os seus próprios critérios, também existem estudos relacionados apenas com os critérios que têm vindo a ser utilizados ao longo dos anos. Em 1991, Weber fez a revisão dos critérios utilizados pelos autores desde os anos 60s. Em 2017, Mukherjee fez uma revisão semelhante abrangendo os anos 90s até ao presente. Ambas as revisões foram realizadas com base nos 23 critérios de seleção de fornecedores definidos por Dickson em 1966, que estão apresentados na secção 2.6.1 - Descrição dos critérios para a seleção dos fornecedores, tabela 2.1 – Critérios de Avaliação de Fornecedores (adaptado de Dickson, 1966). Adicionalmente, no anexo 1, encontram-se sumarizadas as revisões dos critérios utilizados realizadas por Weber e Mukherjee. Dito isto, a figura 2.2 é apresentada tendo como base o trabalho de Weber (1960 a 1991) complementado pelo estudo de Mukherjee (1990 a 2017), obtendo assim uma revisão geral dos critérios utilizados dos últimos 60 anos.

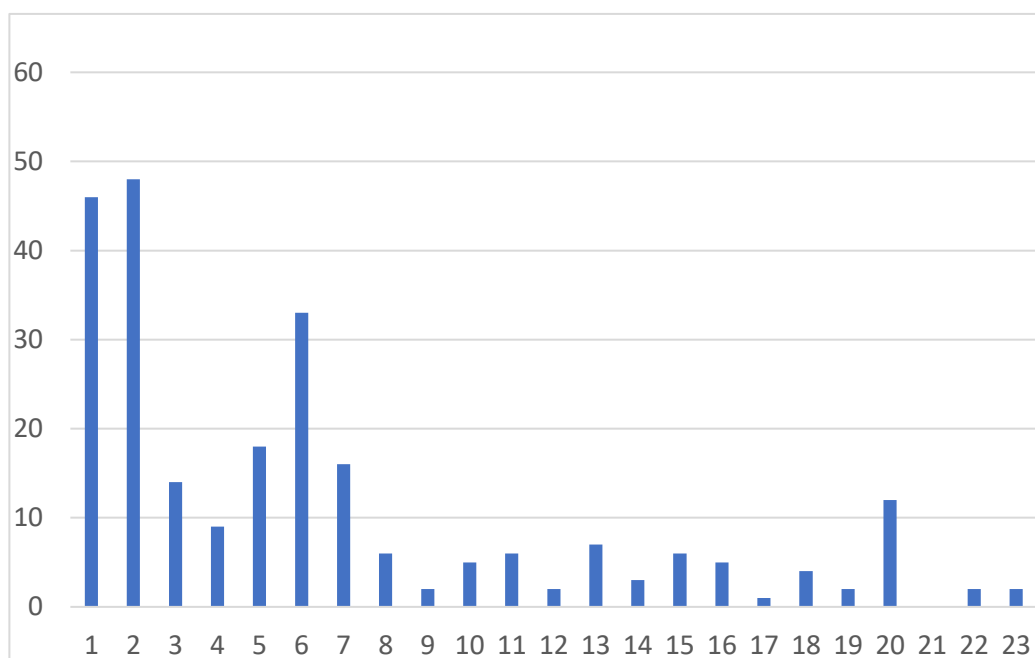


Figura 2.2 - Critérios utilizados em estudos anteriores (elaboração própria), ver página 21.

Através da investigação acima descrita, pode-se concluir que os critérios que apresentam maior taxa de utilização nas últimas décadas são:

- Nº 1 - Preço líquido (preço final e preço de transporte);
- Nº 2 - Performance na entrega (cumprimento do prazo, condições de entrega e transporte);
- Nº 6 - Gestão do negócio;

Na seguinte secção da presente investigação, os métodos de seleção de fornecedores são descritos sucintamente tal como são indicadas as razões que conduziram à escolha do método a aplicar no estudo.

2.7 - Métodos aplicáveis à seleção de fornecedores

A escolha do método de seleção de fornecedores é um tema complexo e investigado durante toda a revisão bibliográfica nos últimos 50 anos. Até ao momento existem 5 categorias de métodos de seleção de fornecedores, e cada categoria apresenta diversos métodos. Uma vez, cada situação é diferente das anteriores até podendo ser considerada única, não se pode concluir com total certeza de que um método é o mais indicado perante todos os outros para esta mesma situação. Porém, é comum encontrar um método, ou uma combinação de métodos, que apresentem uma boa taxa de sucesso para as situações relativas a uma determinada organização (Sonmez, 2006). Dito isto, na tabela 2.2 pode-se visualizar todas as categorias e métodos de seleção de fornecedores correspondentes.

Inteligência artificial e sistemas inteligentes

A presente categoria de métodos de seleção de fornecedores é baseada em sistemas assistidos por computador que requerem o manuseamento de um especialista em processos de compras e uma base de dados com todo o historial dos fornecedores e compras efetuadas.

O método de redes neurais (NN) é eficaz em termos temporais e monetários, tanto na fase de desenvolvimento do sistema como na sua própria aplicação (Wei et al. 1997). Este método tem duas principais funções, a primeira passa pela medição e avaliação da *performance* dos fornecedores durante cada processo de compra e atualização da sua própria base de dados. A segunda função passa seleção de fornecedores através das avaliações inseridas na sua base de dados. É de referir que o método de redes neuronais (NN) é compatível com critérios qualitativos e quantitativos, porém requer o desenvolvimento de um *software* e um especialista em processos de compras para o seu bom funcionamento.

Em relação ao CBR – raciocínio baseado em casos – pode-se afirmar que é uma abordagem retrospectiva. Perante os problemas apresentados, são aplicadas resoluções que foram efetuadas em problemas semelhantes no passado. Para tal este método necessita de uma base de dados extensa e pormenorizada e de um trabalhador experiente no tema (Aamodt and Plaza, 1994).

Tabela 2.2 - Métodos de Seleção de Fornecedores (adaptado de Sonmez 2006).

| Categorias | Métodos de Seleção |
|--|---|
| Inteligência Artificial e Sistemas Inteligentes | Redes neurais |
| | Raciocínio baseado em casos (CBR) |
| Programação Matemática | Abordagem baseadas no custo total |
| | Programação não linear |
| | Programação Mista |
| | Programação Linear |
| | Programação por Objetivos |
| | Programação Inteira |
| | Análise Envoltória de Dados (DEA) |
| | Método de Análise Hierárquica (AHP) |
| MCDM | <i>Outranking</i> |
| | Teoria da Utilidade Multi-Atributo (MAUT) |
| | Modelação por Julgamento |
| | Ponto Linear Ponderado |
| | Lógica <i>Fuzzy</i> |
| | Método Categórico |
| | Modelação Interpretativa Estrutural |
| | Análise <i>Cluster</i> |
| Análise Estatística Multivariada | Análise de Fatores |
| | Análise do Componente Principal |
| | Modelação de Equações Estruturais |
| | Tomada de Decisão em Grupo |
| Outros | Múltiplos Métodos |

Programação matemática

De modo geral, esta categoria de métodos de seleção de fornecedores possibilita ao *user* desenvolver uma função matemática com vista à resolução do seu problema, tendo em conta todas as variáveis e restrições do mesmo. Esta função matemática deve ser maximizada (ex. maximização do lucro) ou minimizada (ex. minimização dos custos de aquisição). Segundo Weber et al. (1993), este tipo de método de seleção de fornecedores é aconselhável para os casos

just-in-time, pois é de rápida execução, flexível em termos de quantidade de fornecedores na solução e ainda propõe as quantidades de volume a adquirir a cada fornecedor selecionado. Tanto a programação linear como a programação não linear enquadram-se na presente descrição.

Um dos métodos mais utilizados na programação matemática é o DEA - Análise envoltória de dados. O DEA é uma ferramenta de medição da performance dos fornecedores, através de múltiplos critérios (tanto benéficos, *inputs*, como malignos, *outputs*), sendo importante durante as negociações com os mesmos (Weber et al., 1993). Ramanathan (2007) e Liu (2000), através da aplicação do DEA em problemas de seleção de fornecedores, comprovaram a eficácia do método na tomada de decisão quando existem diversos critérios em conflito entre si.

A abordagem baseada no custo total apresenta-se ser um método usualmente utilizado ao longo de toda a revisão bibliográfica. Esta metodologia engloba todos os custos associados aos produtos adquiridos durante toda o seu ciclo de vida, tais como custos de investigação e pesquisa, transporte, receção, inspeção, posse, entre outros. Como tal a tomada de decisão para a seleção do fornecedor será tomada pela comparação dos somatórios dos custos associados correspondentes a cada fornecedor em análise. Esta abordagem é cada vez mais importante para qualquer organização que pretenda controlar e entender os seus custos globalmente (Ellram, 1995).

MCDM – Multiple criteria decision-making

Ao longo dos últimos cinquenta anos muitos estudos foram realizados sobre os métodos de seleção de fornecedores inseridos nesta categoria. Uma grande parte dos autores afirma que o método AHP – *Analytic Hierarchy Process* é o mais aconselhável para a maior parte dos casos organizacionais, tanto pelo seu carácter simples e de fácil aplicação como pela sua capacidade de incorporação de critérios quantitativos e qualitativos e ainda pela possibilidade de fusão com outras metodologias da qualidade, tal como gestão do risco. Na secção 2.7, o presente método é descrito detalhadamente para uma melhor compreensão.

A lógica *Fuzzy* tem sido cada vez mais utilizada nos sistemas de diversos ambientes corporativos devido aos seus processos sistemáticos no tratamento de dados. Por vezes, as organizações deparam-se com situações onde a quantidade de informação é consideravelmente elevada tornando a análise matemática pouco viável para resolução das mesmas. Chen et al. em 2006, utilizaram a lógica *fuzzy* num problema de seleção de fornecedores para conseguir incorporar a elevada quantidade de critérios qualitativos e quantitativos existentes. Analogamente, Sarkar e Mohapatra (2006) aplicaram a mesma metodologia num problema semelhante de seleção de fornecedores de modo a lidarem com a imprecisão inerente aos diversos critérios subjetivos de cada fornecedor em causa. Dito isto, pode-se afirmar que esta metodologia tem o objetivo de facilitar a manipulação prática dos diversos critérios, sendo estes qualitativos

ou quantitativos, subjetivos ou concretos. Zimmerman (2001) referiu diversas características relativas à lógica *fuzzy*, tais como, a metodologia é *friendly-user* (a boa interação com o utilizador através de linguagem humana), a incerteza e a inconsistência dos critérios e fatos são aceites e tidas em conta e, por fim, a quantidade de informação devolvida ao *user* é muito mais extensa e pormenorizada do que nos restantes métodos convencionais. Porém a lógica *fuzzy* apresenta-se com sendo uma ferramenta imprecisa devido à própria natureza dos dados com que trabalha, estes mesmos são difusos e pouco claros.

Em 1998, De Boer publicou um artigo científico onde investigou diversos *Outranking methods*, como por exemplo o ELECTRE I, onde explorou a sua capacidade em resolver problemas de seleção de fornecedores. Após o seu estudo, é possível referir que as principais vantagens destes métodos são a capacidade de lidar com informação e critérios vagos e imprecisos, e ainda pela sua capacidade de comparação entre alternativas.

“Outranking methods are only partially compensatory and are capable of dealing with situations in which imprecision is present.” (De boer, 1998)

Análise Estatística Multivariada

De um modo geral, esta categoria de métodos de seleção de fornecedores tem como base a área da estatística. O seu objetivo é estudar o comportamento das diversas variáveis existentes nos problemas, encontrar a variável menos representativa e eliminá-la, simplificando assim os modelos estatísticos aplicados.

A análise do componente principal é um método de apoio à decisão de seleção de fornecedores. Este constitui uma ferramenta de suporte bastante útil para uma equipa de gestão de compras, possibilitando a resolução de problemas com múltiplos fornecedores e critérios (preço, qualidade, serviço, entre outros). A maior limitação do método é a exigência de conhecimento elevado na área de estatística avançada por parte *user* (Petroni et Braglia, 2000).

A análise de *Cluster* é um método básico da área da estatística que passa pela criação de diversos grupos de dados (*cluster*) através de um algoritmo de classificação. Este método é bastante utilizado nas áreas de biologia e geologia. A sua grande vantagem é a sua facilidade de aplicação em grandes bases de dados, porém o método não é fiável perante a existência de *outliers* na base de dados e apresenta dificuldade a lidar com *clusters* de diferentes números de elementos. Em adição se a base de dados for extremamente extensa o resultado final da análise de Cluster pode demorar um período de tempo indeterminado (Holt, 1998).

Outros

Ao contrário das categorias de métodos de seleção de fornecedores descritas anteriormente, nas quais apenas um método é aplicado para a resolução de um problema de fornecimento, na presente categoria são aplicados múltiplos métodos de seleção de fornecedores em simultâneo. Ao longo da revisão da literatura, diversos autores sugerem a aplicação de dois ou mais métodos, perante diversos problemas de fornecimento, tais como, NN e CBR (Choy et al, 2002); CBR, ANP e programação linear (Oboulhas et al, 2003); AHP e programação linear (Ghodspour et Brien, 1998).

2.7.1 - *Analytic Hierarchy Process* & os restantes métodos

Durante a revisão da literatura, os métodos de tomada de decisão relacionadas com seleção de fornecedores com maior taxa de utilização são o AHP, DEA e lógica *Fuzzy*. Na tabela 2.3 apresentam as características de cada um dos métodos referidos, e de seguida é justificada a escolha do método para o desenvolvimento da presente investigação.

Tabela 2.3 - Características dos modelos de tomada de decisão de seleção de fornecedores - AHP, DEA & Lógica Fuzzy

| Métodos | Características | Autores |
|--------------|--|---|
| AHP | Simplicidade na sua aplicação e intuitivo para o utilizador; Capaz de lidar com critérios qualitativos e quantitativos; Quadro final inapropriado e de difícil perceção para a gestão de topo; Possibilidade de integração com outras metodologias; | T. Saaty (1980) De boer et al. (2001) Chan (2003) |
| DEA | Implica um elevado nível de conhecimento matemático; Complexo e moroso; Limitado a critérios quantitativos; Possibilidade de integração com outras metodologias; Resultados com elevados índice de fiabilidade; | Weber et al. (1993) Liu et al. (2000) |
| Lógica Fuzzy | Capacidade de lidar com critérios vagos, ambíguos e imprecisos; Capacidade lidar com critérios qualitativos e quantitativos; Exige um especialista para a sua aplicação; Requer testes intensivos de validação e verificação; Possibilidade de integração com outras metodologias; | Zimmerman (2001) Sarkar et Mohapatra (2006) |

Perante os métodos de seleção de fornecedores apresentados e descritos na tabela 2.3, a maioria dos autores defende o uso do modelo de decisão, AHP, desenvolvido por Thomas Saaty em 1980. Entre todos os outros métodos de seleção de fornecedores, o AHP é o mais prático e flexível em termos de usabilidade e implementação (Yahya e Kingsman, 1999 & Sonmez, 2006). Por outro lado, o método DEA exige um elevado conhecimento matemático por parte dos gestores

pois a maior parte das vezes os problemas tornam-se bastante complexos e extensos, contudo apresenta um índice de fiabilidade acima da média. Em adição, este método encontra-se limitado a critérios quantitativos, não conseguindo incorporar critérios qualitativos. A lógica *fuzzy* requer o uso de um *software* e uma base de dados apropriada. A sua aplicação é complexa derivado da natureza dos critérios (imprecisos e vagos) sendo imperativo contratar um especialista para a sua, porém este método é capaz de incorporar critérios qualitativos e quantitativos.

Dito isto, o modelo de decisão AHP evita a maioria das principais desvantagens dos modelos tradicionais. As principais vantagens do método multicritério em questão são a simplicidade, facilidade de aplicação, robustez e a capacidade de incorporar critérios “não manipuláveis” no processo de tomada de decisão, tanto a nível quantitativo como qualitativo (Saaty, 1980). Em suma, o AHP é uma abordagem relativamente fácil de entender e aplicar. Porém, tem certas dificuldades no que toca ao desenvolvimento de um quadro apropriado que seja aceitável e de fácil visualização para a gestão de topo de qualquer organização. Na secção seguinte deste capítulo, o presente método é descrito integralmente.

2.8 - AHP – *Analytic Hierarchy Process*

Nos dias correntes, as organizações lidam com problemas cada vez mais complexos e desestruturados sendo a quantidade de variáveis cada vez maior. As variáveis e restrições impostas nestes problemas sobrepõem-se à capacidade direta das organizações de lidar com os mesmos. Para tal é obrigatório definir objetivos concretos e estabelecer prioridades entre os mesmos, de modo a que seja possível realizar *trade-offs* entre eles com vista ao interesse comum da organização. Porém a presente situação é subjetiva e de difícil resolução. Nem sempre é fácil determinar à partida qual objetivo é mais importante que o outro com vista à melhor solução possível do problema. Dito isto, é imperativo criar uma metodologia capaz de criar estruturas complexas, mas organizadas, que permitam a interação entre fatores, e que ainda que possibilite o pensamento do utilizador e consequentes modificações na mesma, de forma simples e organizada. O modelo de decisão multicritério *Analytic Hierarchy Process* apresenta elevada capacidade na resolução deste tipo de problemas organizacionais (Bayazit et Karpark, 2005).

O modelo de decisão *Analytic Hierarchy Process* trata-se de uma abordagem aos problemas de seleção de fornecedores baseada no conhecimento, experiência, raciocínio e perceções dos gestores de compra que o estão a aplicar. O modelo em questão é uma técnica robusta permitindo ao utilizador realizar comparações quantitativas entre diversos fatores, sendo estes quantitativos e qualitativos, relativos à tomada de decisão de fornecimento (Oboulhas, 2004).

Em 1980, Thomas Saaty, criador do AHP na década de 1970, afirmou que o mesmo é adequa-se à formalização de sistemas de apoio à decisão de seleção de fornecedores de carácter complexo. O método encontra-se dividido em 4 fases principais:

- Formalização de uma hierarquia estrutural com diversos níveis, de acordo com as características dos elementos;
- Comparação binária entre critérios e subcritérios em relação a uma determinada característica de acordo com a escala fundamental;
- Geração dos vetores prioridade;
- Verificação da consistência dos dados;

Como foi dito anteriormente, o AHP apresenta-se com uma ferramenta simples, de fácil aplicação e com elevada importância na tomada de decisão relativa a problemas sujeitos a múltiplos cenários e múltiplos fatores. Como tal, o mesmo não é só aplicado a problemas de fornecimento, são diversas as suas possíveis áreas de aplicação como se pode verificar na seguinte secção.

2.8.1 - Aplicações do método de decisão

O modelo de decisão Analytic Hierarchy Process é uma ferramenta de apoio à decisão bastante prática e como tal é cada vez mais popular. A sua facilidade de aplicação e capacidade de transformar problemas complexos em estruturas simples e intuitivas de apoio à decisão dos mesmos é uma mais valia para equipas de gestores de compras. Como tal, esta ferramenta tem vindo a ser aplicada em diversas áreas ao longo dos anos, tal como (Saaty, 2008):

- Administração pública;
- Tomadas de decisão a nível geográfico;
- Gestão de empresas de aviação;
- Gestão financeira;
- Tomadas de decisão de recursos humanos;
- Aplicações a nível militar e político;
- Previsões desportivas;
- Construção civil;

2.8.2 - Passos do método de decisão

O *Analytic Hierarchy Process* apresenta diversos passos para a sua aplicação. Os passos constituintes do modelo de decisão em questão são (Saaty, 2008):

- Definição do problema e estruturação de uma hierarquia de decisão constituída pelo objetivo global do problema, critérios principais, subcritérios e o conjunto de alternativas possíveis;
- Constituição das matrizes de comparação binária entre critérios principais, tal como a geração dos vetores prioridades e realização dos testes de consistência respetivos;
- Constituição das matrizes de comparação binária entre subcritérios, tal como a geração dos vetores de prioridades e realização dos testes de consistência respetivos;
- Constituição de matrizes de comparação binárias entre as alternativas de fornecimento consoante cada subcritério aplicado no problema. A geração dos vetores prioridade e realização dos testes de consistência são de carácter imperativo nesta etapa, tal como nas duas etapas anteriores;
- Por fim, uma tabela final do modelo de decisão é formada, sendo constituída por todos os vetores de prioridades definidos anteriormente, com o objetivo de determinar os resultados finais de cada alternativa. Através da análise dos mesmos é possível determinar com segurança a melhor alternativa ao problema em causa.

2.8.2.1 - Hierarquia estrutural

A primeira fase do método de seleção de fornecedor AHP é a definição da hierarquia estrutural. Como foi dito anteriormente, este passo passa pela definição do problema, determinação do objetivo global e escolha de todos os fatores importantes para a decisão final. O princípio principal para a definição da hierarquia estrutural é o *brainstorming* de modo a criar uma lista com todas as ideias importantes, critérios e alternativas possíveis para o problema. É de extrema importância a definição dos critérios e subcritérios do problema corretamente. Os elementos com carácter global do problema devem ser definidos como critérios principais e os elementos específicos devem ser considerados com subcritérios dos respetivos critérios principais. Posteriormente a este passo é possível a estruturação da hierarquia segundo níveis sucessivos e lógicos.

“In the Analytic Hierarchy Process, we arrange these factors, once selected, in a hierarchy structure descending from an overall goal to criteria, sub criteria and alternatives in successive levels.” (Thomas L. Saaty, 1990)

Seguindo esta metodologia, podemos integrar diversa informação na hierarquia estrutural do problema com vista à visualização mais detalhada e completa possível do problema. A figura 2.3 representa a hierarquia estrutural genérica de um modelo de decisão AHP.

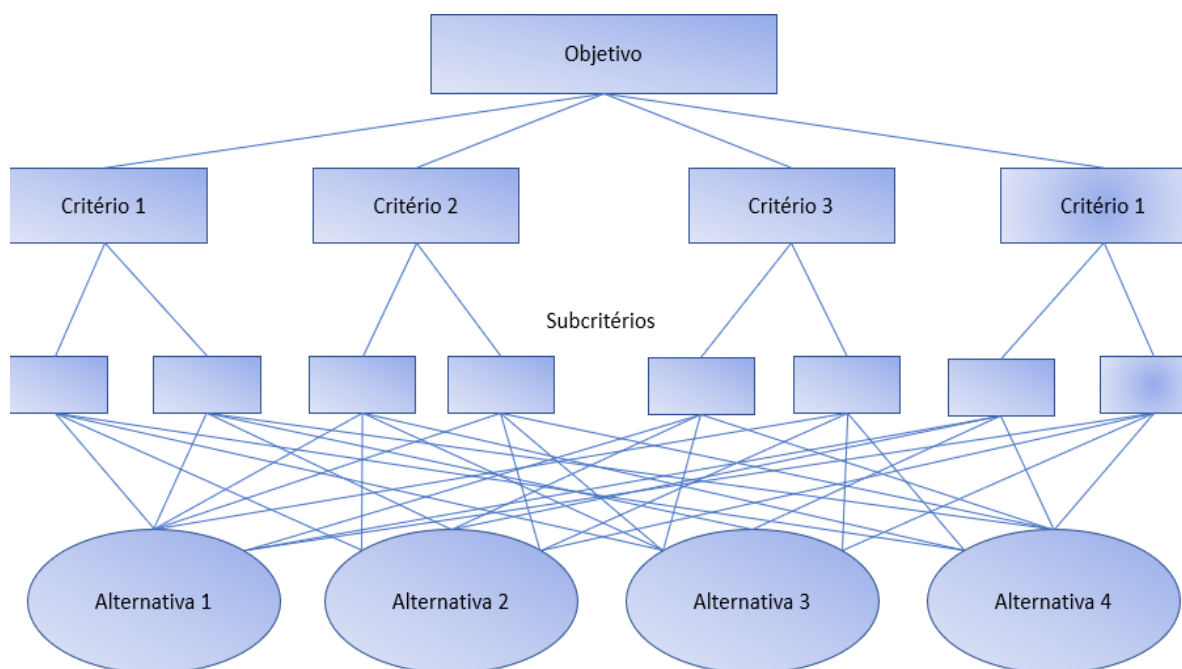


Figura 2.3 - Hierarquia estrutural genérica (elaboração própria).

Tal como está representado na figura 2.3, o primeiro nível da hierarquia trata-se do objetivo global do problema. No segundo nível aparecem por todos os critérios principais avaliadores dos fornecedores, seguido pelo nível intermédio onde se coloca todos os subcritérios correspondentes e por fim, no nível de baixo apresenta-se todas as alternativas possíveis de resolução do problema, por exemplo todos os fornecedores possíveis para o abastecimento pretendido. É de referir que cada critério principal pode ter múltiplos subcritérios e comparativamente com outro critério principal o número de subcritérios pode ser diferente.

Em suma, a hierarquia estrutural tem dois propósitos principais, a capacidade de visualização global do problema e das complexas relações inerentes ao mesmo, tal como facilita a aplicação do método ao utilizador pois este consegue facilmente visualizar quais os critérios correspondentes de cada nível, evitando assim comparações binárias de critérios de diferentes níveis da hierarquia estrutural.

A hierarquia estrutural depois de concluída pode ser alterada de acordo com novas especificações ou necessidades futuras. O nível de detalhe no desenvolvimento desta estrutura depende da experiência do utilizador com o tema. Quando o utilizador desenvolve a mesma deve ter conta os seguintes diversos pormenores (Saaty, 1990):

- O utilizador deve ter em consideração o ambiente envolvente do problema;
- Os atributos e problemas que contribuem para a solução devem ser identificados;
- O utilizador deve identificar todas as partes envolvidas no problema em questão;
- O utilizador deve representar o problema da maneira mais completa possível, mas sem perder a sensibilidade necessária para alteração dos elementos constituintes;

2.8.2.2 - Comparação binária dos critérios

Após ao desenvolvimento da hierarquia estrutural do problema em questão, a próxima etapa foca-se no estabelecimento de prioridades entre os elementos constituintes (critérios, subcritérios e alternativas possíveis). Isto é realizado através da comparação binária, onde é atribuída um grau de significância relativa entre fatores numa escala de 1 a 9 estabelecida por Saaty (1980). O valor 1 significa que um fator é igualmente preferível relativamente a outro, e o valor 9 significa que um fator é extremamente preferível em relação a outro. Em adição, Saaty afirma que devem ser selecionados números ímpares da escala com vista à maior consistência e distinção entre valores atribuídos. A presente escala de valores de comparação entre fatores é apresentada na tabela 2.4.

Tabela 2.4 - Escala de valores de comparação binária entre critérios (Saaty, 1980)

| Escala de Importância Relativa | Definição |
|---------------------------------------|--|
| 9 | Extremamente Preferido – No caso de um factor é extremamente mais importante que outro |
| 7 | Muito Fortemente Preferido – Se um factor for muito fortemente mais importante que outro |
| 5 | Fortemente Preferido – Quando um factor é fortemente mais importante que outro |
| 3 | Moderadamente Preferido – Quando um factor é moderadamente mais importante que outro |
| 1 | Igualmente Preferido – Quando dois factores contribuem igualmente para a meta a atingir |
| 2,4,6,8 | Valores intermédios entre julgamentos – possibilidade de compromissos adicionais |
| Valores recíprocos | Se i recebe um valor comparado com j, como reciprocidade, j irá receber o recíproco desse valor, quando comparado com i. |

Com a realização das comparações binárias entre fatores surge um conjunto de matrizes de comparação entre todos os elementos para cada nível da hierarquia estrutural. Cada matriz demonstra de forma simplificada a comparação entre critérios tal como a sua reciprocidade. A figura 2.4 representa genericamente as matrizes em questão.

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1m} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2m} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{m1} & a_{m2} & \dots & a_{mm} \end{bmatrix}$$

Figura 2.4 - Matriz genérica de comparação binária entre critérios.

Onde,

$a_{mm} = 1$;

$a_{m1} = 1/a_{1m}$

$m = 1, 2, \dots, m-1, m$

Relativamente à matriz de comparação de critérios acima apresentada, o número de colunas e linhas da matriz é igual, obtendo assim em todos os casos matrizes quadradas obrigatoriamente. Adicionalmente o valor obtido em a_{12} define a importância relativa entre o critério 1 e o critério 2, por sua vez o valor obtido em a_{21} traduz a sua reciprocidade.

A matriz de comparação é realizada para todos os critérios, subcritérios e alternativas existentes comparando estas entre si relativamente a um critério ou subcritério.

2.8.2.3 - Síntese dos vetores prioridade

Posteriormente à realização das comparações binárias entre fatores dá-se a síntese dos vetores de prioridade. Esta síntese trata-se de obter os pesos relativos (o grau de relativa importância entre os critérios constituintes da hierarquia estrutural), e o maior peso calculado de cada matriz de comparação. Para o cálculo dos pesos relativos e respetivo vetor de prioridades existem três etapas de resolução (Saaty, 1980):

- Somatório de todos os valores de cada coluna da matriz de comparação;
- Divisão de cada valor da matriz de comparação pelo somatório da coluna respetiva, definindo deste modo a matriz de comparação normalizada;
- De modo a calcular os pesos relativos de cada elemento da matriz é necessário calcular a média de cada linha da matriz de comparação normalizada. Esta média é calculada através do quociente entre o somatório dos valores de cada linha pelo número de elementos da mesma;

Após a realização das etapas sugeridas pelo autor do modelo de decisão em questão, a matriz de normalização é definida, surgindo assim o vetor de prioridades com os respetivos pesos relativos requeridos.

2.8.2.4 - Cálculo da consistência & decisão final

A última etapa do método de seleção de fornecedores AHP implica o cálculo da consistência dos valores inseridos na metodologia. O teste da consistência é uma ferramenta particularmente útil na fase imediatamente anterior à tomada de decisão pois avalia todo processo realizado e conclui se foi ou não bem realizado, e se os valores inseridos na tabela de comparação são ou não consistentes entre si. Deste modo a tomada de decisão perante o problema em questão terá como base uma metodologia bem sustentada e coerente e a conclusão da mesma é fidedigna. Dito isto, o teste da consistência passa pelo cálculo numérico do índice de inconsistência da metodologia. Segundo Saaty (1990) um rácio de inconsistência menor que 10% é considerado aceitável, porém dependendo da situação pode ser aceite um valor mais elevado.

O teste da inconsistência passa pelo cálculo do ($\lambda_{\text{máx}}$) através do somatório do produto de cada elemento do vetor prioridade, pelo total da respetiva coluna da matriz de comparação. Após a realização do anterior cálculo é possível proceder para a determinação do índice de inconsistência (CI) e da razão de consistência (CR) através das seguintes expressões matemáticas:

$$CI = \frac{\lambda_{\text{máx}} - n}{n - 1} \qquad CR = \frac{CI}{RI}$$

Onde,

n – Número de elementos da matriz de comparação;

RI – Índice de Ridge;

O índice de Ridge encontra-se tabelado e depende exclusivamente do número de elementos da matriz de comparação. A tabela 2.5 apresenta o índice de Ridge com valores de n a variar entre 1 e 10.

Tabela 2.5 - Índice de Ridge.

| Nº Critérios | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|-----------------|------|------|------|-----|------|------|------|------|------|------|
| Valor RI | 0.00 | 0.00 | 0.58 | 0.9 | 1.12 | 1.24 | 1.32 | 1.41 | 1.46 | 1.49 |

Segundo a tabela acima apresentada, se o número de elementos da matriz de comparação (n) for igual a 3 então o valor de RI correspondente será 0,58. De igual maneira, se n for igual a 9, o valor de RI corresponderá a 1,46.

Por fim, o rácio da consistência da matriz de comparação é definido pelo valor da razão da consistência calculado através do quociente entre o índice de inconsistência e o índice de Ridge

respetivo. Quando maior for o nível de inconsistência tanto maior será a razão de inconsistência. Deste modo se CR for inferior 10%, a matriz de comparação é considerada consistente e as conclusões a retirar da metodologia são fidedignas.

2.8.3 - Vantagens e desvantagens do *Analytic Hierarchy Process*

Ao longo de toda a bibliografia sobre o método de seleção de fornecedores *Analytic Hierarchy Process*, diversos autores apresentam vantagens e desvantagens do mesmo em relação a todas as restantes alternativas possíveis.

Chan (2003) destacou as seguintes vantagens do AHP comparativamente aos restantes métodos de seleção de fornecedores existentes:

- Consideravelmente simples em comparação com os restantes métodos MCDM;
- Ferramenta útil para a gestão de topo para uma melhor compreensão e transparência dos processos;
- O método AHP tem a capacidade de misturar fatores qualitativos e quantitativos na mesma tomada de decisão;
- O AHP pode ser aplicado em conjunto com outro tipo de método de seleção de fornecedores, tal como programação matemática;
- Independentemente do nível de complexidade do sistema, o método em questão é capaz de desenvolver uma hierarquia estrutural de fatores para a resolução do mesmo;
- Devido à forma como o método é aplicado (por decomposição de fatores), a possibilidade de erros de decisão é reduzida;
- O AHP é uma ferramenta preciosa para ajudar múltiplas partes (*stakeholders*) a chegarem a uma solução válida devido à sua estrutura, e se implementada adequadamente pode ser usado como uma ferramenta de construção de consenso.

Como qualquer outro método, o AHP apresenta diversas vantagens, acima apresentadas, tal como algumas desvantagens. Diversos autores ao longo dos últimos anos citam nos seus documentos científicos as desvantagens do método em questão, sendo estas:

- As hierarquias estruturais são subjetivas e para um problema de seleção de fornecedores podem ser formalizadas múltiplas hierarquias. Como tal não existe uma única solução possível, sendo esta dependente do grau de experiência do utilizador (Rebstock e Kaula, 1996).
- A aplicação do método AHP pode despende demasiado tempo e exige a formalização de uma equipa com vista à sua validação (Barbarosoglu e Tazgac, 1997).

-
- O método não é de direta aplicação e o seu desenvolvimento pode ser um quanto complexo e demorado para o utilizador (De boer et al., 2001).

2.9 - Gestão do Risco

No presente subcapítulo é realizada uma breve revisão da literatura relacionada com a gestão de risco e sistemas de gestão de risco. Como tal o conceito risco e os principais riscos de fornecimento da cadeia de abastecimentos são definidos e identificados, respetivamente, tal como os sistemas de gestão de riscos são genericamente caracterizados.

2.9.1 - Conceito de Risco

O conceito gestão de risco é considerado relativamente recente a nível organizacional. Apenas nos anos 1990, devido à evolução dos mercados e crescente vulnerabilidade dos mesmos, as organizações começaram a ver a gestão de risco como um conceito e uma função de gestão fundamental (Dickinson, 2001). Dito isto, a gestão de risco organizacional pode ser definida por sendo um processo de planeamento, organização e controlo das atividades de todas as áreas de uma organização com vista à minimização dos possíveis riscos relativos ao seu capital ou receitas (Cassidy, 2005). Adicionalmente a gestão de risco é definida como o processo sistemático de identificação, análise e resposta aos riscos enfrentados de uma organização (Waters, 2007).

Em relação ao conceito de risco propriamente dito, diversas foram as definições encontradas ao longo da revisão da literatura, destacando-se as seguintes:

- “O risco iguala a perda espectável.” (Verma et. Verter, 2007)
- “O risco é efeito da incerteza nos objetivos.” (ISO 9001:2015)
- “O risco é uma medida entre a probabilidade e a danos causados pelo seu acontecimento.” (Lowrance, 1976)
- “O risco é igual à combinação entre evento/consequências e incertezas associadas.” (Aven, 2007).

Dito isto, pode-se afirmar que o risco é um aspeto sempre presente na cadeia de abastecimentos e consequentemente nas organizações, como tal, os gestores devem desenvolver sistemas de gestão de risco robustos com base nas técnicas tradicionais deste tipo de gestão (Khan et al, 2007).

2.9.2 - Risco de fornecimento

Durante um processo de aquisição de bens ou serviços, o risco de fornecimento é um aspeto cada vez mais crítico a ser considerado pelas empresas, devido à crescente vulnerabilidade e competitiva empresarial. As empresas devem desenvolver ferramentas para medir o risco e calcular o seu impacto na empresa, tal como devem desenvolver planos de mitigação e assegurar-se que os mesmos são devidamente implementados (Hoinaski, 2014).

Em relação aos riscos de fornecimento pode-se destacar os seguintes 4 tipos, cada um com diversos fatores de risco (Moretti, 2012):

➤ Risco de fornecedor;

O presente risco de fornecimento envolve a situação económica do fornecedor, a sua localização geográfica, código de conduta, o cumprimento das cláusulas definidas no contrato de fornecimento e qualidade do serviço.

➤ Risco de produto ou serviço

O risco do produto ou serviço está diretamente relacionado com o nível de demanda comparado com o fornecimento possível em termos de volume, quantidade de fornecedores qualificados existentes e especificação dos produtos ou serviços. Quanto mais específico for o produto maior será o risco de fornecimento pois menor será a quantidade de fornecedores qualificados para o mesmo. De forma análoga, se o nível de demanda for muito elevado é exigido fornecimentos constantes e muito regulares o que se pode ser problemático se apenas um fornecedor for utilizado e se não houver alternativas de fornecimento.

➤ Risco de negócio

O risco de negócio está relacionado com a quantidade de fornecedores aprovados/validados pela empresa (fonte de fornecimento única), localização das próprias instalações e vias de acesso. Uma empresa que apenas colabore com um fornecedor está a correr um risco de fornecimento constantemente, tal como se tiver as suas instalações em zonas remotas com difíceis vias de acesso.

2.9.3 - Sistemas de Gestão do Risco

Idealmente, os sistemas de gestão de risco devem ser suportados por processos de comunicação de risco entre todas as partes interessadas, de forma a garantir que a informação associada a cada fase do processo é participada e compreendida por todos (Carvalho, 2010). Tendo isto em conta as ações e reações perante cada risco identificado serão adequadas e realizadas em tempo útil. Atualmente, os sistemas de gestão de risco relacionados com a cadeia de abastecimentos são caracterizados por 2 etapas fundamentais (Mullai, 2009):

➤ Avaliação de risco

A presente etapa baseia-se na identificação dos possíveis riscos da cadeia de abastecimentos, caracterização dos mesmos e seleção das metodologias (qualitativas e/ou quantitativas) a aplicar com vista à sua avaliação (análise do risco). Com base nas metodologias definidas anteriormente, os riscos identificados são medidos e hierarquizados.

➤ Gestão do risco

A segunda etapa constituinte dos sistemas de gestão de risco trata da formulação de um plano de mitigação dos riscos identificados através da formulação de diversas estratégias alternativas com base na análise de custos e respetivos benefícios.

Em relação à identificação dos possíveis riscos da cadeia de abastecimentos são considerados três grandes tipos de risco (Normmam e Lindroth, 2004):

- Acidentes, como por exemplo, incêndios, avarias, greves, entre outros;
- Catástrofes, como por exemplo, desastres naturais, instabilidade sociopolítica, ataques terroristas;
- Incerteza estratégica, como por exemplo, incerteza na procura, falência de fornecedores, elevada concorrência, evolução tecnológica, etc.

Após identificação dos possíveis riscos associados à cadeia de abastecimento, é necessário realizar a sua avaliação. Este processo baseia-se na matriz de avaliação de risco, apresentada na figura 2.5. Para cada risco é associado um nível de probabilidade de ocorrência e grau de impacto (consequências), com vista à avaliação do risco entre risco baixo, médio ou alto. Consoante a avaliação dos riscos, estes podem ser hierarquizados e priorizados durante a aplicação das estratégias adequadas à sua gestão. É de referir que o risco é calculado segundo a seguinte fórmula:

Risco = Probabilidade de ocorrência (eixo vertical) x impacto causado pela ocorrência
(eixo horizontal)

| | | | | | | |
|---------------------------------|-----|-------|------|------|------|------|
| Probabilidade de ocorrência | 0,9 | 0,045 | 0,09 | 0,18 | 0,36 | 0,72 |
| | 0,7 | 0,035 | 0,07 | 0,14 | 0,28 | 0,56 |
| | 0,5 | 0,025 | 0,05 | 0,1 | 0,2 | 0,4 |
| | 0,3 | 0,015 | 0,03 | 0,06 | 0,12 | 0,24 |
| | 0,1 | 0,005 | 0,01 | 0,02 | 0,04 | 0,08 |
| | | 0,05 | 0,1 | 0,2 | 0,4 | 0,8 |
| Impacto causado pela ocorrência | | | | | | |

Figura 2.5 - Matriz de Avaliação do Risco.

Através da imagem apresentada, pode-se concluir que os riscos considerados baixos apresentam um valor inferior ou igual a 0,05, os riscos moderados apresentam valores entre 0,6 e 0,14 e, por fim, os riscos elevados apresentam valores superiores a 0,18.

O nível de impacto de cada fonte de risco está associado ao grau de perdas financeiras potenciais, enquanto que a probabilidade de ocorrência se baseia no número de ocorrências ao longo de um determinado período de tempo. A avaliação final da fonte de risco ditará o tipo estratégia de gestão do mesmo. Dito isto, seguidamente, apresentam-se as principais estratégias de gestão de risco segundo (Khemani, 2007):

- Evitar (ação proativa) – Impede que o risco se repita;
- Transferir (ação proativa) – Trata-se da transferência do risco para outra entidade parceira envolvida na cadeia de abastecimentos;
- Mitigar (ação proativa) – Reduz o impacto financeiro em caso de ocorrência do risco identificado;
- Minimizar (ação proativa) – Reduz a probabilidade de ocorrência de determinado evento;
- Reagir (conjunto de ações predefinidas) – Reduz o impacto financeiro em caso de ocorrência do risco identificado;
- Monitorizar – Baseia-se no controlo sistemático das condições inerentes à cadeia de abastecimento;
- Aceitar – Passa pelo aceite do determinado risco sem desenvolver nenhuma medida de contingência;

A escolha da estratégia de mitigação do risco passa por uma análise primária do investimento associado à implementação de uma medida de gestão de risco, comparativamente com as potenciais perdas associadas ao risco identificado. As organizações devem sempre procurar minimizar a vulnerabilidade relativa aos potenciais riscos, porém não deve realizar investimentos elevados com vista À prevenção de riscos com impacto reduzido. Como tal, a

presente análise é crítica e deve ser realizada meticulosamente contribuindo para o balanço entre custo/benefício dos investimentos.

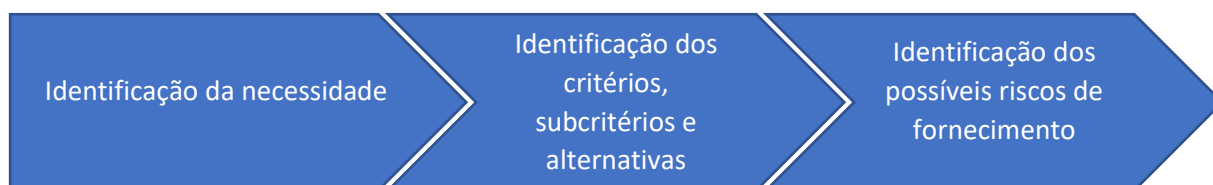
Capítulo 3 - Modelo proposto: AHP & Gestão de Risco

O presente estudo tem como foco principal a criação de um modelo de apoio à tomada de decisão na seleção de fornecedores. Como tal, o modelo proposto trata-se da integração do modelo decisão multicritério – *Analytic Hierarchy Process* – com gestão de risco de fornecimento.

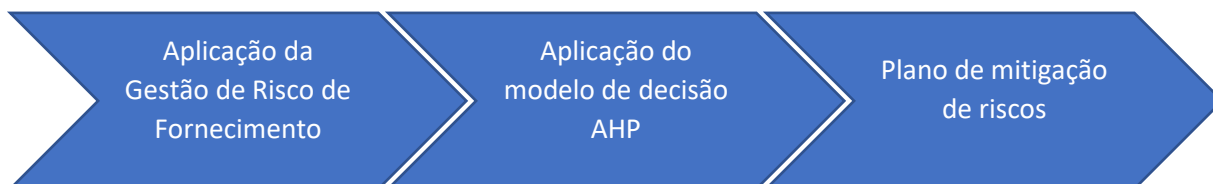
O modelo de decisão AHP é a base de todo o modelo proposto, na medida em que fornece os resultados de apoio à tomada de decisão à seleção do fornecedor que melhor satisfaz o caso de estudo específico. Em adição, o presente modelo proposto trata uma vertente inovadora do AHP, através da incorporação da gestão de risco como um critério principal e os possíveis riscos de fornecimento a identificar como subcritérios do mesmo.

As duas ferramentas referidas anteriormente, quando integradas oferecem ao utilizador e/ou organização uma visão alargada das condições de fornecimento que cada fornecedor dispõe respetivamente. Como tal, na presente investigação, o principal objetivo do modelo proposto é criar uma ferramenta de apoio à tomada de decisão relativa à seleção de fornecedores tentando ser a mais completa possível. Quer a nível de seleção de fornecedores consoante critérios pré-definidos, quer a nível de ilustração de diversos contratempos plausíveis que possam decorrer durante um processo de fornecimento. A figura 3.1 demonstra o modelo proposto esquematizado e nos subcapítulos seguintes todos os passos do modelo são definidos concretamente.

1º Nível



2º Nível



3º Nível

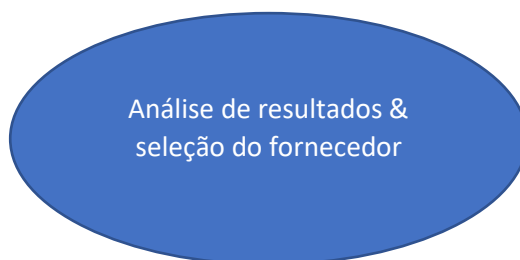


Figura 3.1 – Modelo Proposto (elaboração própria).

3.1 - Identificação das necessidades

A primeira fase do modelo proposto é referente à primeira fase do ciclo de compras, descrito em 2.2.1 – Função compras, tratando-se da necessidade de compra ou identificação da necessidade. Esta etapa pode ser realizada por qualquer trabalhador da empresa que identifique ou necessite de um bem ou serviço em falta, tendo a responsabilidade de reportar à divisão de compras para se dar início ao processo de aquisição de bens e serviços.

3.2 - Identificação dos critérios, subcritérios e alternativas

A segunda etapa do modelo passa pela identificação dos critérios, subcritérios e alternativas de abastecimento. A equipa de compras deve ter em consideração que estes fatores devem ser selecionados caso a caso, pois dependendo da cadeia de abastecimento que a organização se insere, diferentes são os critérios, subcritérios e correspondentes alternativas a ter em conta. Como tal, estes são conceitos variáveis que dependem do tipo da cadeia de abastecimento, o tipo de bem ou serviço a adquirir e a urgência do mesmo. Sendo assim, esta etapa deve ser realizada pela equipa de gestores especialista nos processos de compras pois trata-se de uma função bastante subjetiva que exige algum conhecimento e experiência na área e no setor em que a própria organização se insere.

Em relação à própria identificação de possíveis fornecedores a equipa de compras deve identificá-los ou pré-qualificá-los segundo os seus registos e *performances* realizadas anteriormente. Devido à própria natureza do modelo de decisão AHP (capacidade de liderar com diversos critérios, subcritérios e alternativas), preferencialmente devem ser identificadas pelo menos três alternativas de fornecimento pois quantas mais alternativas forem identificadas, maior é a eficiência do modelo proposto, proporcionando assim resultados realistas e fidedignos. Porém quanto maior forem o número de variáveis (critérios, subcritérios e alternativas) maior será o tempo despendido para a aplicação do modelo e maior será a margem de erro humano ao longo dos diversos cálculos requeridos.

Posteriormente à identificação dos critérios, subcritérios e alternativas do modelo proposto, deve-se prosseguir à recolha de dados fidedignos correspondente a cada um dos fatores selecionados. Quando a organização não dispõe de uma base de dados capaz de responder a todas as questões provenientes das relações critérios, subcritérios e alternativas, esta deve requisitar informação aos próprios possíveis fornecedores. Este ponto é de extrema importância para o sucesso de todo o modelo pois é a base de todos os cálculos.

3.3 - Identificação dos possíveis riscos de fornecimento

A par da identificação dos critérios e subcritérios mencionada anteriormente, a identificação dos possíveis riscos de fornecimento é uma função bastante subjetiva e discutível. Como tal, para a realização desta etapa eficientemente, todos os intervenientes nos processos de fornecimento (equipa de compras, elementos da gestão de topo, fornecedor e transportadora idealmente) devem estar presentes, apresentando um elevado grau de conhecimento da própria cadeia de abastecimentos e da gestão de risco e sistemas respetivos.

Dito isto, o número de possíveis riscos de fornecimento a aplicar no modelo é variável e não possui limite superior. Contudo devem ser selecionados pelo menos três a quatro riscos de modo a tornar a gestão de risco pertinente e não tendenciosa.

3.4 - Aplicação da Gestão de Risco de fornecimento

Após a identificação dos possíveis riscos referidos no subcapítulo anterior, dá-se a gestão de risco de fornecimento. Assim para cada risco identificado e para cada possível fornecedor é realizada uma gestão de risco de fornecimento e consequentemente o valor do risco respetivo é calculado através da matriz de risco apresentada em 2.9.3 – Sistema de Gestão de Risco.

O cálculo do risco de fornecimento é efetuado através do produto entre a probabilidade de ocorrência do risco e a gravidade associada. É de referir que estes dois últimos conceitos são extremamente subjetivos e relativos, o que pode levantar dúvidas entre a equipa de compras durante a sua avaliação. Como tal é preferível que qualquer equipa de compras tenha pelo menos um elemento experiente em gestão de risco e cálculo do mesmo.

Posteriormente ao cálculo de todos os riscos correspondentes a cada fornecedor, é possível agora transpor essa informação para o modelo de decisão AHP, sendo a gestão de risco de fornecimento um critério principal a ser comparado com os restantes critérios principais tradicionais e os possíveis riscos identificados representam os seus subcritérios.

3.5 - Aplicação do modelo de decisão multicritério – AHP

A presente etapa trata-se do núcleo do modelo proposto na presente investigação. A aplicação do Analytic Hierarchy Process neste modelo envolve todas etapas anteriormente

descritas e segue religiosamente os passos descritos por T. Saaty (2008), 2.8.2 – Passos do método.

Dito isto, após a obtenção de dados (critérios, subcritérios e alternativas) para o desenvolvimento do AHP, dá-se a análise multicritério. Esta análise é realizada para todos os critérios principais, subcritérios (incluindo os possíveis riscos de fornecimento identificados) e alternativas em separado, ou seja, a análise multicritério é realizada nos três níveis da hierarquia estrutural do AHP, definida em 2.8.2.1 – Hierarquia estrutural. Para cada análise é formalizada uma matriz de comparação binária que sofre uma normalização com vista ao cálculo dos pesos relativos de cada elemento dessa mesma matriz (sejam estes critérios, subcritérios ou alternativas), 2.8.2.2. - Comparação binária dos critérios. De modo a assegurar a validação e verificação dos resultados provenientes da análise multicritério, são realizados testes de consistência de dados no final desta etapa, 2.8.2.4. – Cálculo da consistência e decisão final.

Por fim, quando todos pesos relativos dos critérios, subcritérios e alternativas estão calculados surge uma árvore de decisão e uma tabela de decisão final, cujas podem emergir numa tabela de ranking final com os resultados finais de cada alternativa. Deste modo, é possível afirmar fundamentadamente qual das alternativas apresenta-se como sendo o fornecedor que melhor satisfaz as necessidades da empresa para o caso em questão.

3.6 - Plano de mitigação dos riscos identificados

A presente etapa é de carácter facultativo para a equipa de compras porém é uma mais valia realizá-la na medida em que pode fornecer melhorias significantes na vulnerabilidade da própria organização e fornecedores perante riscos de fornecimento. Um plano de mitigação de riscos torna os intervenientes da cadeia de abastecimentos mais alerta e preparados para os possíveis riscos associados, tentando minimizá-los com medidas corretivas podendo estas seguir diversas estratégias de gestão de risco (Evitar, Transferir, Mitigar, Reagir, Minimizar, entres outras), 2.9.3 – Sistemas de Gestão do Risco.

Dito isto, o plano de mitigação de risco tem como base os riscos de fornecimento identificados anteriormente, e com a colaboração entre os intervenientes do fornecimento (equipa de compras e fornecedor) traçam-se medidas corretivas que façam sentido, tendo em o cálculo do risco e o seu significado na matriz de avaliação de risco, figura 2.5 – Matriz de Avaliação de Risco.

3.7 - Análise de resultados & seleção do fornecedor

Por fim, a análise de resultados e consequente seleção do fornecedor mais apropriado para a realização do fornecimento constituem a última etapa do método, coincidindo com o objetivo fulcral do modelo proposto na presente investigação. Como tal, a presente etapa tem em consideração o *ranking* final proveniente da aplicação do modelo proposto, AHP e Gestão de Risco, e ainda o plano de mitigação de risco que é realizado *à posteriori*. Dito isto, a equipa de compras deve-se reunir de modo a confirmar todos os passos do modelo, tomando especial consideração à revisão das ponderações indicadas para cada critério, subcritério e alternativa e ainda ao cálculo dos riscos identificados. Por fim, quando todo o modelo é verificado e validado, a equipa de compras toma uma decisão que na grande maioria dos casos deve coincidir exatamente com o resultado do modelo proposto. Apenas e só, em casos muito excecionais o resultado final do modelo proposto difere da decisão final da equipa de compras.

3.8 - Aspetos a ter em conta na aplicação do modelo proposto

Diversos são os aspetos a ter em conta na aplicação de modelos de tomada de decisão à seleção de fornecedores. Como tal, o modelo proposto nesta investigação não é exceção à regra, sendo apresentado de seguida os aspetos predominantes:

- Compromisso da gestão de topo no apoio a todas as etapas do modelo;
- Fontes de informação fidedigna relativas aos fornecedores a analisar e à realidade da cadeia de abastecimento em que as organizações se inserem;
- Envolvimento completo de todos os intervenientes diretos na função compras (equipa de compras, fornecedores e transportadoras);
- Domínio global do modelo proposto (AHP e Gestão de Risco) e da gestão de cadeia de abastecimento – compras. Se necessário deve-se prover formação aos elementos da equipa de compras relativa aos conceitos mencionados;

Em suma, o modelo proposto foi aplicado num caso de estudo real de modo a obter credibilidade e demonstrando assim a sua utilidade e aplicabilidade. Nos seguintes capítulos, a organização, onde o modelo proposto foi aplicado, é descrita, tal como todos os passos do próprio modelo são minuciados. Por fim, apresentam-se os resultados obtidos e as conclusões a retirar da presente investigação.

Devido a limitações operacionais da Arsenal do Alfeite, SA não se incluiu no modelo proposto a qualificação prévia dos fornecedores e a atualização do registo de *performance* dos

mesmos que poderia passar por soluções de digitalização de processos tais como, *Machine Learning*, *Big Data*, e análise preditiva. Assim se sugere uma oportunidade de melhoria futura no modelo proposto que pode culminar numa Dissertação de Mestrado no âmbito referido.

Capítulo 4 - Caso de Estudo: Arsenal do Alfeite, SA

4.1 - Caracterização da Empresa

4.1.1 - História do A.A.

No início do século XX foi iniciada a construção do Arsenal do Alfeite, utilizando as indenizações alemãs provenientes do acordo de Versalhes quando se deu o final da 1ª Guerra Mundial. Apenas passado dez anos, no dia 3 de maio de 1939, o Arsenal do Alfeite foi formalmente inaugurado e legalmente entrou em plena laboração. Neste momento, esta instituição era considerada um dos maiores e melhores apetrechados estaleiros existentes, sendo uma referência a nível nacional e internacional, não apenas a nível de construção, mas também a nível de reparação e manutenção de navios militares.

Além das reparações de navios efetuadas desde o começo da instituição, também foi iniciada a produção de navios, sendo o primeiro navio completamente construído no estaleiro, o navio Hidrográfico “D. João de Castro”. Nas três décadas que se seguiram à inauguração do Arsenal do Alfeite, este apresentava uma grande autonomia de gestão o que permitia não só produzir os seus navios militares, mas como também atender os pedidos náuticos de certas entidades estatais.

No início da década de 1970, previu-se a necessidade de docar e reparar submarinos, como tal realizaram-se diversas obras no estaleiro de modo a aumentar as capacidades operacionais do mesmo. Duas das principais construções nesta década foram a doca seca e a doca flutuante que se encontram em uso nos dias correntes.

Desde os anos 90 até ao presente, diversas reestruturações tiveram lugar no Arsenal do Alfeite, com o objetivo de criar novas valências e capacidades ao estaleiro. As reestruturações mais importantes incorporaram na instituição a Oficina de Armamento e Eletrónica, laboratórios acreditados e ainda implementaram o SIAGIP (Sistema Informático de Apoio à Gestão Integrada de Produção). Este sistema foi implementado em 1994, e ainda nos dias de hoje é utilizado por todos os funcionários da instituição. O mesmo controla todas e quaisquer atividades desenvolvidas no Arsenal do Alfeite, desde orçamentação e faturação, atividades realizadas pelos operários nas reparações navais, contatos e compras a fornecedores, salários, etc.

No que se refere à formação profissional, o Arsenal do Alfeite possui uma unidade de formação que funciona como uma “escola” em relação à Indústria Naval e da metalomecânica nacional. Ao longo dos anos têm especializado diversos trabalhadores nessas áreas e que alguns

até desenvolveram doutoramentos posteriormente. Porém depois da empresarialização do Arsenal do Alfeite, em 2009, muitos cortes financeiros e consequentemente cortes de pessoal foram realizados, como já vinha a acontecer desde os anos 90, e como resultado, a unidade de formação acabou por deixar de exercer a sua função.

Hoje em dia, a Arsenal do Alfeite, SA encontra-se englobada na Basal Naval de Lisboa situada na margem sul do rio Tejo. Tem como principais responsabilidades a satisfação das necessidades de construção, manutenção e reparação naval da Marinha Portuguesa, Marinha Nato e ainda outras marinhas estrangeiras.

A Arsenal do Alfeite, SA é apetrechada com diversos equipamentos e infraestruturas críticas no âmbito das suas atividades, tais como:

- Área das instalações: Área de implantação de 36 hectares e uma área coberta de 8 hectares;
- Meios de docagem de navios: 1 doca flutuantes, 1 doca seca, 3 planos inclinados de diferentes tamanhos e capacidades, 1 cais acostável, 2 pontes de atracação e um embarcadouro;
- Infraestruturas existentes de apoio: 4 tipos de guindaste sobre carris para dar suporte aos cais acostável, doca seca, doca flutuante e planos inclinados.

A presente instituição ao longo dos anos tem vindo a adquirir alguns prémios a nível nacional, tais como:

- Insígnia de Membro Honorário do Mérito Agrícola e Industrial (Classe do Mérito Industrial) em 1990, figura 3.1;
- Insígnia e Medalha de Ouro da Cidade de Almada, em 2007, figura 3.2;



Figura 4.1 - Insígnia de Membro Honorário do Mérito Agrícola e Industrial.



Figura 4.2 - Insígnia e Medalha de Ouro da Cidade de Almada.

Por fim, é de destacar que a AA dispõe de um sistema integrado de gestão da qualidade certificado segundo a norma ISO 9001:2015, tal como é apetrechado de um conjunto de

laboratórios de ensaios e calibrações acreditados pelo Instituto Português da Acreditação, segundo a norma NP EN ISO/IEC 17025.

4.1.2 - Missão e Visão

A Missão e Visão da Arsenal do Alfeite, SA pretende mostrar aos variados parceiros e inclusive, ao Estado Português, o que é capaz de realizar e alcançar num futuro próximo. Uma vez que, a Missão trata o negócio da organização e a Visão determina a imagem que a mesma quer ser num futuro próximo, definiu-se que:

Missão – “Implementar a Plataforma Naval Global, com enfoque na satisfação das necessidades de construção e de reparação dos navios da Marinha Portuguesa e desenvolver este tipo de atividades para outros clientes nacionais e estrangeiros, militares e civis.” (www.arsenal-alfeite.pt).

A Arsenal do Alfeite, SA apresenta diversos objetivos para o futuro próximo, tais como:

- A promoção, a prazo, da possibilidade de encarar a criação de condições que permitam implementar a atividade de construção naval;
- Abertura a novos mercados militares e civis;
- Definição, atualização e implementação do Plano de Investimentos;
- Manutenção e desenvolvimento das competências tecnológicas necessárias às intervenções nos sistemas e equipamentos instalados nos atuais e futuros meios da Marinha;

Todos os objetivos descritos anteriormente têm em vista a melhoria continua e a dedicação à qualidade, tal como o cumprimento dos requisitos e satisfação das necessidades e expectativas dos clientes, bem como a conquista de novos mercados nacionais e internacionais.

Visão – “Ser a empresa mobilizadora no desenvolvimento de uma Plataforma Naval Global que integre um estaleiro de referência, inovador e competitivo, focando na prestação de serviços de qualidade no domínio da construção e da reparação naval e que promova um centro de competências navais, o empreendedorismo e a formação de recursos humanos na área da Economia do Mar e da Defesa.” (www.arsenal-alfeite.pt)

Valores - No que toca a valores dentro da instituição pode-se indicar os seguintes, e assegurar que os mesmos são sempre respeitados em todas as ações levadas avante:

Confiança – Compromisso entre a relação da satisfação das necessidades e do relacionamento com os clientes da Arsenal do Alfeite, SA. Os clientes da instituição têm plena confiança no trabalho executado dentro destas instalações, tanto a nível laboral como temporal.

Mudança – Forte capacidade de adaptação perante adversidades em simultâneo com um espírito de inovação constante, ambos com vista à melhoria continua.

Responsabilidade – Consciencialização dos efeitos que o crescimento da Arsenal do Alfeite, SA pode ter perante o meio ambiente e perante a sociedade em redor.

Competitividade – Foco nos resultados e na eficiência dos mesmos, proveniente de uma postura dinâmica em todas as divisões e atividades desenvolvidas na instituição.

Liderança – Valorização e motivação de todos os trabalhadores fomentando principalmente o espírito de equipa,

4.2 - Organização da Arsenal do Alfeite, SA

Em primeira instância é apresentado o organograma completo da Arsenal do Alfeite, SA de modo a apresentar de uma forma clara a organização estrutural da instituição, figura 3.3. É de referir que o presente estaleiro está dividido em 4 grandes direções, Direção Técnica e de Clientes, Direção Comercial e de Estratégia, Direção de Recursos e Direção de Produção.

A DCO, onde o presente estudo se foca, está dividida entre 2 serviços, o SECC – Serviço de Contratação e Compras – e o SESA – Serviço de Gestão de Stocks e Armazéns. Durante esta investigação, serviço que é mais aprofundado é o SECC pois está diretamente focado na seleção e avaliação de fornecedores de materiais para reparação e manutenção dos navios.

Analogamente, a DMC, DME, DEA, DCC e DEE (divisões constituintes da direção de produção) estão divididas em diversos serviços. A DMC reparte-se pelo Serviço de Gestão de Redes e Manutenção, Serviço de Manobras Marítimas e Carenagens e pelo Serviço de Movimentação, Transportes e Manobras Terrestres. A DME divide-se pelo Serviço de Caldeiraria de Tubos, Serviço de Mecânica e Serviço de Máquinas/Ferramentas. A DEA fraciona-se pelo Serviço de Carpintaria, Serviço de Caldeiraria Naval, Serviço de Serralharia Civil, entre outros. A DCC decompõe-se pelo Serviço de Acústica Submarina, Serviço de Sistemas de Armamento, Serviço de Torpedos, Mísseis e Minas e pelo Serviço de Telecomunicações, Giro elétricos e Radares. Por último, a DEE divide-se pelo Serviço de eletrónica e Automação, Serviço de

Máquinas Elétricas e de Reparações e Montagens Elétricas e pelo Serviço de Laboratórios e de Controlo da Qualidade.

Em relação à direção de recursos, destaca-se o GQS que se encontra dividido em duas parcelas fundamentais, o gabinete jurídico e o centro de documentação e informação. As restantes divisões da presente direção, à exceção da DCO, não se encontram repartidos.

A direção técnica e de clientes e a direção comercial e de estratégia são constituídas por diversas divisões próprias, as quais não se encontram divididas em parcelas comparativamente às divisões constituintes da direção de produção. Apenas a DPO, divisão constituinte da DT, está repartida em dois serviços, o serviço de orçamentação e faturação e o serviço de planeamento e preparação do trabalho.

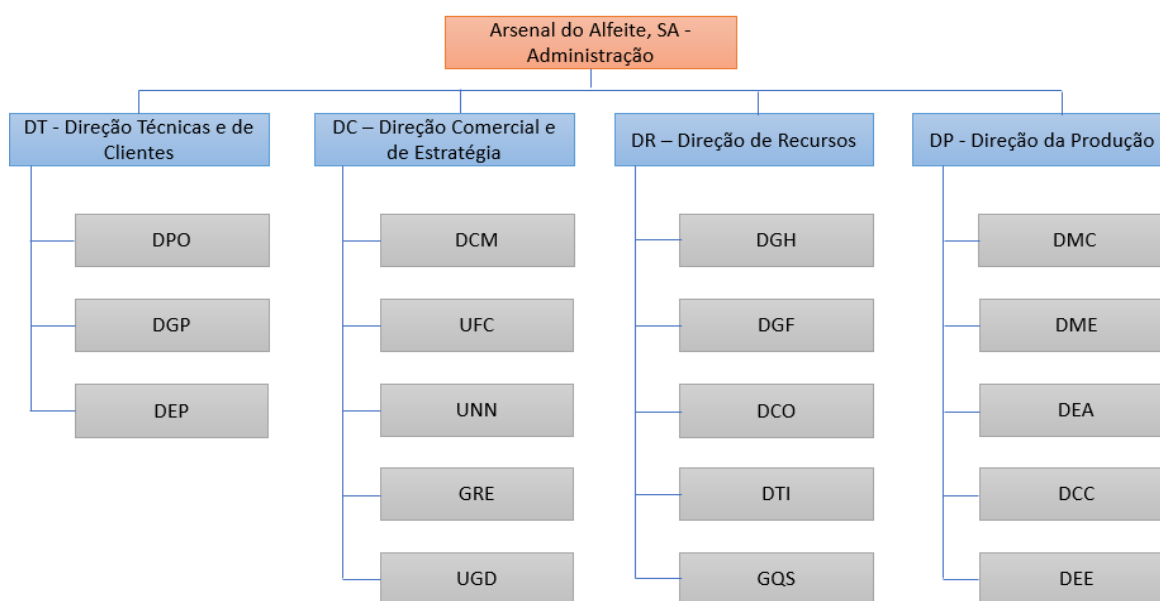


Figura 4.3 - Organograma da Arsenal do Alfeite, SA.

De seguida apresenta-se as principais atividades desenvolvidas em todas as direções na organização.

4.3 - Principais atividades desenvolvidas na Arsenal do Alfeite, SA

A Arsenal do Alfeite, SA tem como principal atividade a construção, manutenção e reparação naval. Para tal, esta instituição encontra-se dividida em diversas direções e correspondentes divisões, em que cada qual apresenta as suas próprias funções e atividades principais.

Na direção técnica pode-se evidenciar como principais atividades, o planeamento de trabalhos e gestão de projetos, controlo da produção, faturação, orçamentação e desenho de projetos de engenharia.

Na divisão comercial e de estratégia é onde se desenvolva todas as comunicações com organizações externas, de modo a criar novas parcerias (de evidenciar a mais recente parceira com a TKMS, *ThyssenKrupp Marine Systems* – Estaleiro Alemão). É de destaque que a presente direção fornecia formação de construção, manutenção e reparação naval, porém essa atividade encontra-se parada desde a reestruturação da Arsenal do Alfeite em 2009.

Em relação à direção de recursos, pode-se realçar a gestão das compras e contratações efetuadas, a gestão dos recursos humanos e financeiros, a gestão do sistema de qualidade integrado e garantia do mesmo, e ainda, a melhoria contínua do sistema informático em uso.

Por fim, na direção de produção, tal como o nome indica, é onde são efetuadas todas as atividades relacionadas com a construção, manutenção e reparação naval. Todas as componentes de um navio são manuseadas nesta direção, sendo estas componentes mecânicas, eletrónicas, hidráulicas, tubagens, entre outras.

Em suma, de um modo genérico acima foram descritas as atividades principais de cada direção da Arsenal do Alfeite, SA. Porém cada direção, divisão e gabinete têm as suas atividades e processos específicos. De seguida apresentar-se-á a divisão de contratação e compras pormenorizadamente, seguindo assim o cabimento da presente investigação, gestão da cadeia de abastecimentos – seleção de fornecedores.

4.4 - Divisão de Contratação e Compras

4.4.1 - Posição da Divisão de Contratação e Compras

Na Arsenal do Alfeite, SA, a divisão de compras e contratação – DCO – encontra-se dividida em 2 serviços, o serviço de contratação e compras e o serviço de gestão de stocks e armazém. O segundo serviço trata todo o aprovisionamento de material no seu estaleiro, seja este material de produção, equipamentos de proteção individual para os operários, equipamentos/infraestruturas que entraram em desuso, entre outros. O seu âmbito passa pelo controlo de stocks e otimização das estratégias de armazenagem com vista à minimização dos custos de posse associados. Por outro lado, o serviço de contratação e compras, no qual se foca a presente investigação, trata de toda a aquisição de bens, serviços e empreitadas efetuadas pela instituição.

De um modo geral, salienta-se as seguintes atividades do serviço de contratação e compras:

➤ **Receção de PFM (Pedido de fornecimento de mercado)**

Os PFM podem ser enviados por qualquer divisão, oficina ou serviço do estaleiro para o serviço de contratação e compras. Este processo trata de requisições internas de material, equipamentos, serviços e ainda mão-de-obra subcontratada. É de referir que é sempre verificado em armazém, através do sistema informático SIAGIP, se o material requerido é de provimento. Se houver em armazém as quantidades necessárias para satisfazer a encomenda não é necessário fazer uma requisição ao mercado, imitando-se sim uma RLM (Requisição de Levantamento de Material) para o armazém e cancela-se o PFM correspondente.

➤ **Formalização de PA (Pedido de Aquisição aos fornecedores)**

O pedido de aquisição aos fornecedores trata-se de uma consulta de mercado, relativamente preços praticados e competências de fornecimento correspondentes acerca de uma determinada lista de materiais.

➤ **Análise técnica das propostas recebidas dos fornecedores**

Depois das respostas recebidas por parte dos fornecedores é realizada uma análise técnica consoante critérios definidos e consequentemente, é criado um plano de fornecimento para a PFM correspondente. Este plano pode conter um ou mais fornecedores.

➤ **Elaboração de REQ (Requisição aos Fornecedores)**

A requisição aos fornecedores é realizada consoante o plano acima descrito e é deste modo que os fornecedores recebem a indicação para o envio dos materiais indicados. É de referir que o prazo de fornecimento está estabelecido no REQ.

➤ **Composição de reclamações aos fornecedores**

Quando o fornecimento é pobremente efetuado devido a falta ou excesso de material, atraso na entrega dos materiais ou qualidade inferior ao requerido, é elaborada uma reclamação ao fornecedor. É de referir que as reclamações são consideradas no momento de avaliação dos fornecedores.

➤ **Seleção e Avaliação de fornecedores**

Quando não existe fornecedor aprovado no sistema informático SIAGIP dá-se início ao *procurement* relativo às matérias-primas requeridas. O novo fornecedor deve ser capaz de fornecer a qualidade exigida, preço competitivo e cumprir os prazos de entrega estabelecidos. Tendo em conta a norma de qualidade ISO 9001:2015, a seleção e avaliação dos fornecedores é

desenvolvida através de uma colaboração entre a área de compras, as divisões requisitantes das matérias-primas e o gabinete de qualidade. Como tal, esta atividade é da responsabilidade de diversos departamentos e não apenas do DCO.

Por outro lado, quando existe uma lista de fornecedores conhecidos relativos a uma determinada encomenda, não é obrigatório realizar *procurement*. Porém, é costume realizar esta atividade, atualizando assim o sistema informático consoante as entradas de novos fornecedores no mercado.

Em relação à avaliação dos fornecedores, esta atividade é efetuada sempre que um fornecimento é dado como concluído, sendo esta documentada no SIAGIP. No fim de cada ano, todos os fornecedores são analisados pelo DCO e pelo gabinete de qualidade.

➤ **Controlo dos prazos de entrega dos fornecimentos**

O controlo dos prazos de entrega dos fornecimentos é de extrema importância pois o seu atraso pode significar a paragem de toda a atividade da Arsenal do Alfeite, SA. Esta rutura de atividade causa atrasos nas obras a decorrer e, consequentemente torna impossível acabá-las dentro do *deadline* acordado com os clientes, manchando assim a reputação da instituição.

4.4.2 - Objetivos da Divisão de Contratação e Compras

A divisão de contratação e compras tem como principal objetivo satisfazer as necessidades da própria organização e maximizar a sua receita global, passando pela minimização dos custos de aquisição e de logística associados. Os objetivos internos da presente divisão devem-se enquadrar e integrar o plano estratégico da organização de modo a atingir os objetivos gerais da mesma. Seguindo a presente linha de pensamento, os principais objetivos internos da DCO são:

- Otimização da eficiência e eficácia relativa à gestão de compras da Arsenal do Alfeite, passando por uma boa seleção dos processos mais pertinentes a serem tratados, uma vez que, as rubricas monetárias são de valor reduzido para a quantidade de encomendas a realizar;
- Criação de um fluxo de abastecimentos que permita a manutenção e reparação naval planeada sem qualquer tipo de paragem, ao longo de um período de tempo indeterminado.
- Desenvolvimento e sistemática atualização da carteira de clientes da Arsenal do Alfeite, SA. Como o objetivo de aumentar assim a concorrência entre fornecedores, com vista à

minimização dos custos associados aos fornecimentos, tal como na redução da dependência relativa a certos fornecedores.

- Otimização da gestão de stocks praticada no estaleiro com vista à minimização dos custos de posse associados;
- Seleção e avaliação de fornecedores com base na performance dos mesmos segundo critérios pré-definidos, tais como, o preço, a qualidade dos materiais e o lead-time;
- Documentação de todos os passos efetuados no tratamento de cada processo na base de dados do sistema informático SIAGIP, reduzindo assim o risco de falha humana, e ainda, se necessário, torna fácil a identificação do responsável de algum ato prejudicial.

4.4.3 - Fluxograma do processo de compra

O fluxograma do processo de compra da Arsenal do Alfeite, SA é extenso e bastante pormenorizado, o qual é apresentado no Anexo II. Porém, apresenta-se na figura 4.4 um esquema do fluxograma acima referido de modo a sintetizar toda a informação proveniente do mesmo.



Figura 4.4 – Esquema do Processo de Compras (elaboração própria).

É de referir que o esquema apresentado é relativo exclusivamente às atividades desenvolvidas pela Divisão de Contratação e Compras e não contempla as restantes atividades realizadas no restante estaleiro naval. Porém todas as atividades envolvidas no processo de compras na Arsenal do Alfeite, SA são descritas abaixo.

O fluxograma do processo de compras, que se pode consultar em anexo, indica todas as atividades realizadas no estaleiro naval para a aquisição do material, desde a identificação da necessidade até às reclamações e atitudes dos fornecedores.

Em relação ao esquema apresentado anteriormente, pode-se referir que existem algumas atividades realizadas antes da Receção do PFM pela DCO, tais como a identificação da necessidade do material, verificação da natureza do mesmo, criação e a validação do PFM. As presentes atividades são desenvolvidas por cada área tecnológica pelos próprios operários com a respetiva validação do chefe de divisão. Quando esta primeira fase está concluída, o PFM dá entrada na DCO (Receção do PFM) onde se identifica o tipo de processo de compra que decorrerá (concurso público nacional ou internacional, análise de mercado ou adjudicação). O mais comum

são as análises de mercado, e como tal, o passo seguinte trata-se da realização de uma consulta de mercado (Emissão de PA – Pedido de Aquisição). A consulta de mercado trata-se do envio do PFM para vários possíveis fornecedores de modo a que estes enviem de volta os respetivos orçamentos para serem analisados pelos técnicos especializados da Arsenal do Alfeite, SA. Dito isto, dá-se a Análise Técnica dos orçamentos dos fornecedores, onde é escolhido o fornecedor mais apropriado, segundo os critérios estabelecidos (custo mais baixo perante produtos tecnicamente viáveis), e segue a emissão da requisição ao fornecedor (Emissão REQ). Neste ponto termina o processo de fornecimento por parte da DCO, tendo apenas de monitorizar o comportamento do fornecedor até à receção administrativa e qualitativa do material. De seguida é efetuada a verificação das características do produto de modo a garantir a qualidade e quantidade do material requisitado ao fornecedor. Se tudo estiver conforme, dá-se a receção definitiva da encomenda e procede-se à armazenagem do material. No caso de existir algum tipo de problema com a encomenda, a Arsenal do Alfeite, SA tem o direito de reclamação e de reenvio do material de volta para o seu fornecedor. É de referir que a atitude que o fornecedor tem perante as encomendas e reclamações são documentadas no SIAGIP e tidas em conta em futuras análises de mercado.

De um modo sucinto o fluxograma do processo de compras da Arsenal do Alfeite, SA está descrito acima, para uma compreensão mais pormenorizada, o mesmo encontra-se em anexo.

4.4.4 - Avaliação e Seleção de Fornecedores

Uma vez que em 2009 o Arsenal do Alfeite se tornou uma instituição pública e consequentemente financiada pelo Estado Português (passando denominar-se de Arsenal do Alfeite, SA), diversas são as restrições impostas pelo mesmo. Como tal, o processo de seleção de fornecedores não é exceção. Assim, este processo pode ser realizado por 3 métodos distintos, entre os quais concurso público relativo a uma encomenda de elevado montante, análise de mercado realizada pelos gestores da divisão de compras do AA ou pequenos fornecedores conhecidos pelos operários da instituição.

No primeiro caso, a AA cria um concurso público para encomendas de valor superior a 20.000€ tal como é implícito no CCP - Código de Contratação Pública - estabelecido pela Estado Português. O fornecedor que leva a melhor no concurso público é aquele que propõe o preço mais reduzido comparativamente aos restantes e ainda cumprindo todos os requisitos estabelecidos pela AA em termos de qualidade e serviço.

No segundo caso, os gestores da divisão de compras fazem uma análise de mercado consoante os fornecedores tipicamente requisitados e dá-se início ao processo de compra. É de referir que se trata de um processo um pouco demorado devido às burocracias associadas.

Em relação à última opção de fornecimento da AA, os operários das áreas tecnológicas utilizam o fundo de maneo respetivo de modo a adquirirem os materiais necessários de uma forma quase imediata. Neste caso, as encomendas são de montante reduzido e têm de ter a autorização do responsável da divisão respetiva. Os fornecedores contactados constituem pequenas organizações locais e conhecidas pelos operários, pelo que o contato é realizado de forma imediata e a deslocação e fornecimento realizam-se no próprio dia.

Globalmente, a seleção de fornecedores na Arsenal do Alfeite, SA não é linear dependendo do montante monetário associado. Porém a maior parte das encomendas são tratadas pela Divisão de Compras da instituição e como tal a seleção e fornecedores dá-se através da análise de mercado seguindo o critério do custo mais baixo.

Em relação à avaliação de fornecedores destaca-se a metodologia de identificação, qualificação e avaliação contínua de fornecedores estruturada na Arsenal do Alfeite, SA. Esta metodologia aplica-se aos fornecedores e potenciais fornecedores de bens, serviços ou empreitadas requeridas pela instituição, de modo a garantir o nível de serviço prestado à mesma e pela mesma. Seguindo a presente linha de pensamento, na figura 4.5 apresenta-se o fluxograma relativo à seleção e avaliação contínua dos fornecedores implementado na AA.

1 – Identificar Necessidade

Pode ser requerido pela DCO, por indicação dos requisitantes ou por solicitação de novos potenciais fornecedores.

2 – Recolher Informação

No DCO foi desenvolvido um questionário para avaliação de potenciais fornecedores. Numa primeira instância é-lhes enviado esse questionário de modo a ter um conhecimento prévio do potencial fornecedor, relativamente a certificados, amostras, catálogos, etc. É também recolhida informação do mercado com colaboração dos requisitantes.

3 – Incluir o fornecedor selecionado

Após análise do potencial fornecedor no tópico anterior, este é dado como qualificado e integrase-o na base de dados do sistema informático SIAGIP. Deste modo, pode ser criada a respetiva ficha de fornecedor para que no futuro este possa ser consultado acerca de determinadas encomendas desejadas.

4 – Avaliar atuação do fornecedor

O gestor de compras avalia a atuação do fornecedor sempre que este realiza um fornecimento à Arsenal do Alfeite, SA. Apenas e só os *PFM Direct* (trata-se de fornecedores conhecidos pelos requisitantes, os quais usam o Fundo de Maneio da respetiva divisão para fazer face a despesas de gestão urgentes e inadiáveis).

5 – Avaliar fornecimentos

Todos os fornecimentos realizados são avaliados pelo sistema de avaliação estabelecido ICA 04 – Aplicação dos critérios de avaliação de fornecedores. O SIAGIP contabiliza as avaliações inerentes a cada fornecedor e atribui classificações individuais às mesmas tal como produz médias aritméticas de avaliação para os fornecedores em causa. Esta avaliação é feita através da avaliação da qualidade dos bens, tempos de entrega conforme ou não, qualidade da proposta de fornecimento e ainda, o tempo de resposta durante a negociação de fornecimento.

6 – Analisar Avaliações

Com periodicidade anual a DCO e o GCA reúnem-se com vista à análise das avaliações dos fornecedores consoante a sua atuação nos diversos abastecimentos ao longo do respetivo espaço temporal. Durante esta análise é confrontada a média exigida da Arsenal do Alfeite, SA com a média aritmética calculada pelo SIAGIP perante cada fornecedor. Se a média calculada for inferior à média exigida então o fornecedor será considerado NQ – Não qualificado para fornecimentos à Arsenal do Alfeite, SA. Da mesma lista são retirados os potenciais fornecedores que não tenham efetuado fornecimento algum durante um ano.

7 – Confirmar Qualificação

Nesta fase, os fornecedores com classificação inferior a 2.5 são objeto de análise individual prévia de eventual passagem à condição de não qualificados (NQ). Quando tal acontece, estes fornecedores apenas serão de novo contactados por necessidade interna justificada. Os restantes mantêm-se com o estatuto de fornecedores qualificados (Q), estando assim aptos para realizar fornecimentos ao estaleiro em questão.

8 – Atualizar registos

Depois da avaliação anual dos fornecedores, a base de dados do sistema informático SIAGIP relativa aos fornecedores tem de ser atualizada. Isto passa pela atualização do estatuto (Qualificado e Não Qualificado) tal como atualização da classificação dos mesmos.

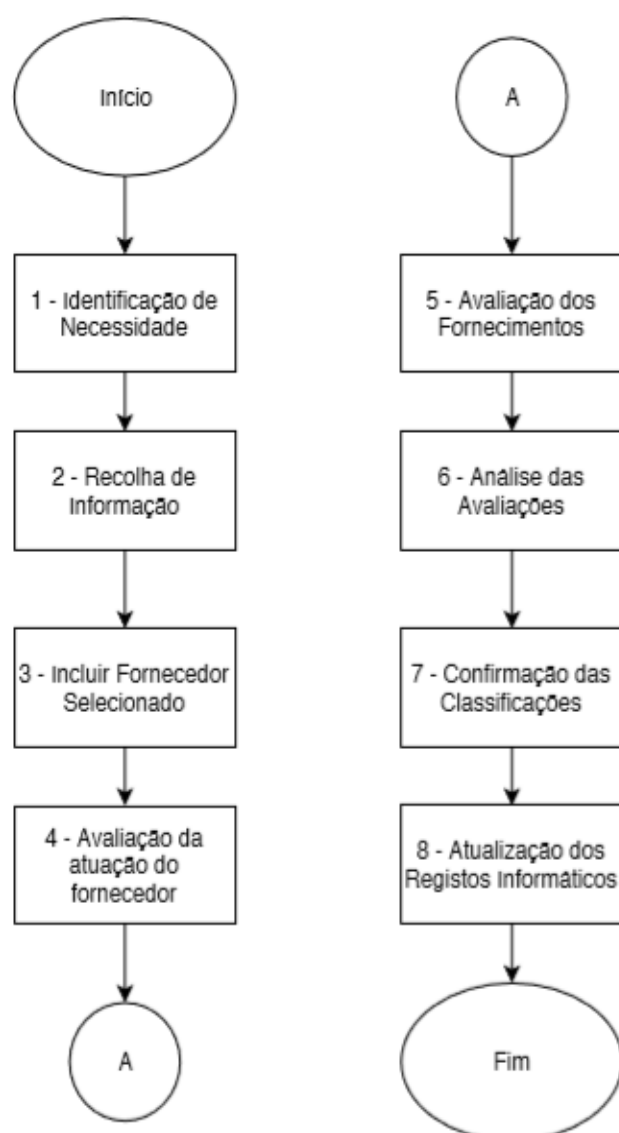


Figura 4.5 – Fluxograma de seleção e avaliação de fornecedores da Arsenal do Alfeite, SA.

4.4.4.1 - Responsabilidades associadas

As responsabilidades relativas à seleção e avaliação de fornecedores estão entregues numa primeira fase ao requisitante e numa fase global ao CHDCO (Chefe da Divisão de Contratação e Compras), ao CHSECC (Chefe do Serviço de Contratação e Compras) e ao GC (Gestor do Contrato). O GQS (Gabinete de Qualidade, Ambiente e Segurança da Arsenal do Alfeite) também carrega algumas responsabilidades relativamente a análise das avaliações e confirmações de qualificação.

A tabela 4.1 indica as responsabilidades relativas a cada tópico do fluxograma da avaliação e seleção de fornecedores anteriormente apresentado.

Tabela 4.1 - Responsabilidades relativas ao fluxograma de seleção e avaliação de fornecedores.

| Etapas | Responsabilidade |
|-------------------------------------|------------------------------------|
| 1 – Identificação da necessidade | Operador requisitante e CHDCO |
| 2 – Recolha de informação | Operador requisitante e CHSECC |
| 3 – Incluir fornecedor selecionado | CHSECC |
| 4 – Avaliação atuação do fornecedor | CHSECC e GC |
| 5 – Avaliação dos fornecimentos | Operador requisitante, GC e CHSECC |
| 6 – Análise das avaliações | CHDCO e GQS |
| 7 – Confirmação da qualificação | CHDCO e GQS |
| 8 – Atualização dos registos | CHDCO |

4.4.4.2 - Procedimento

Numa primeira instância destaca-se que o procedimento relativo à seleção de fornecedores na Arsenal do Alfeite, SA está bastante constrangido devido as restrições impostas pelo Estado Português. Desde 2009, a presente empresa é obrigada a respeitar o Decreto-Lei 18:2008 – CCP. Dentro das diversas restrições que podem ser averiguadas no decreto de lei, dá-se destaque as seguintes:

- O fornecimento de material deve ser realizado pelo fornecedor que propõe o preço economicamente mais vantajoso – sendo traduzido como o preço mais baixo para a equipa de compras da AA;
- Num espaço temporal de 3 anos não é permitido adquirir encomendas que ultrapassem 20.000€ ao mesmo fornecedor. Quando este limite é alcançado, a DCO é obrigada a realizar os seus fornecimentos através de outras alternativas até que o período estabelecido termine.

As restrições apresentadas limitam o funcionamento da DCO da Arsenal do Alfeite, SA e causam graves inconvenientes à instituição. Como por exemplo, material ao mais baixo custo pode significar material não apropriado para as tarefas desejadas (qualidade insuficiente), tal como limite monetário de abastecimento a um fornecedor significa que por longos períodos de tempo é obrigatório adquirir material a um custo mais elevado do que é possível obter.

Dito isto, a seleção de fornecedores, como foi referido anteriormente, é realizada em conjunto por diversos elementos da instituição em causa. Primeiramente, um levantamento de informação relativa ao fornecedor é efetuado. Com os respetivos dados do fornecedor, este se se

apresentar capaz de fornecer encomendas ao estaleiro, é inserido no sistema informático e, a partir desse momento, toda a sua atividade é documentada e avaliada. Ao fim de cada ano, uma análise e avaliação de todos os fornecedores é realizada por parte da DCO e do GQA. Diversos são os critérios que foram definidos para avaliação dos fornecedores, porém deu-se destaque aos seguintes critérios que são utilizados na fórmula de cálculo para avaliação dos mesmos:

- Prazo de entrega da proposta
- Qualidade da proposta
- Cumprimento do prazo de entrega estabelecido (CP)
- Qualidade do material

Cada critério acima descrito é avaliado de 1-4 pelo chefe do departamento de contratação e compras, durante o processo de análise de mercado (os dois primeiros critérios) e quando o fornecimento é realizado e rececionado (os restantes critérios). Dado isto, é calculada a média de avaliação para cada fornecedor.

$$\text{Média} = \frac{\text{Prazo de entrega da proposta} + \text{Qualidade da Proposta}}{2} * 0.4 + \frac{\text{Qualidade do Material} + \text{CP}}{2} * 0.6$$

Se a média das avaliações for inferior a 2.5, no período considerado, o fornecedor em causa é objeto de análise individual para eventual passagem à condição de NQ. No caso de o fornecedor passar a não qualificado, este não será de novo contactado para qualquer fornecimento à exceção de situações de necessidade interna justificada, por decisão de um diretor ou pelo chefe da DCO. Se a média for superior ou igual a 2.5, o fornecedor mantém o seu estatuto de qualificado aos olhos da Arsenal do Alfeite, SA. É de referir que todas as médias de avaliação calculadas ao longo dos anos são registadas e documentadas na lista de fornecedores do SIAGIP.

4.4.5 - Gestão do Risco de Fornecimento na Arsenal do Alfeite

Atualmente não existe uma metodologia relativa à gestão do risco de fornecimento na Arsenal do Alfeite, SA. Como tal, não existe um plano de mitigação do risco consoante os fornecedores que habitualmente são contactados e com quem adquirem material com regularidade. Porém, devido à experiência e conhecimento relativo às *performances* passadas dos fornecedores, os gestores da divisão de contratação e compras apresentam uma boa noção relativa às características dos mesmos. Os gestores sabem claramente quais os fornecedores que cumprem os prazos de entrega e resposta de propostas tal como, quais apresentam os melhores materiais no mercado em termos da relação qualidade/preço dos mesmos. Como tal, pode-se referir que a

gestão do risco de fornecimento utilizada na AA é realizada através da experiência e conhecimento dos seus próprios trabalhadores com vista à tomada de decisão da seleção de fornecedores para cada encomenda, mesmo sem apresentarem um sistema efetivo de gestão de risco de fornecimento.

Capítulo 5 - Aplicação do modelo proposto na Arsenal do Alfeite, SA

5.1 - Obtenção de dados

A obtenção de dados na empresa Arsenal do Alfeite, SA tem como principal objetivo a identificação dos principais critérios e subcritérios para a implementação do modelo *Analytic Hierarchy Process* perante um problema de seleção de fornecedores. No modelo proposto para a sua resolução, além dos critérios e subcritérios tradicionalmente utilizados, é acrescida a gestão de risco de fornecimento ao grupo de critério principais e os possíveis riscos de fornecimento identificados ao grupo dos subcritérios. Deste modo o presente modelo torna a análise de fornecedores mais completa, abrangendo possíveis cenários de falhas de fornecimento além das características de cada fornecedor propriamente ditas.

A identificação dos possíveis riscos de fornecimento da cadeia de abastecimento tal como os critérios tradicionais considerados têm em conta o sector em que a organização se insere, o sector da indústria naval. O presente sector apresenta características bastante peculiares, como tal é imperativo realizar uma seleção de fornecedores adequada. De modo a demonstrar aos responsáveis pela DCO na Arsenal do Alfeite, SA que o modelo em questão é viável e eficiente foi necessário aplicá-lo num fornecimento real da instituição. Posteriormente à identificação dos critérios a aplicar e possíveis riscos associados ao fornecimento, o passo a seguir passa pela criação do modelo proposto e aplicá-lo num caso de estudo real. Como tal, deu-se o desenvolvimento do modelo no software Excel e posteriormente aplicado na divisão.

Os critérios e subcritérios a aplicar no modelo AHP foram determinados através de reuniões com o chefe da DCO, com a chefe do serviço de contração e compras e ainda com trabalhadores responsáveis pelo contacto direto e negociações com os fornecedores. É de destacar que não existe qualquer tipo de base de dados com diversos parâmetros para avaliar os fornecedores, como tal todos os critérios e subcritérios foram avaliados e selecionados segundo a experiência dos colaboradores da DCO. Deste modo os critérios e subcritérios escolhidos para a aplicação do *Analytic Hierarchy Process* foram os seguintes:

- Preço
 - Custo de transporte
 - Custo de Aquisição
- Qualidade
 - Colaboração na resposta
 - Qualidade do produto

-
- Taxa de incumprimento
 - Serviço
 - *Lead-time*
 - Serviço pós-venda
 - Relacionamento
 - Performance
 - Rapidez de resposta
 - Flexibilidade
 - Outros
 - Localização do fornecedor
 - Tipo de transporte
 - Gestão de Risco
 - Fornecedor com stock inexistente e sem capacidade de produção própria
 - Fonte única de fornecimento
 - Especificações técnicas de qualidade não cumprem com a norma ISO 9001:2015
 - Eventos naturais, sociais ou políticos (catástrofes, alterações legais ou golpes de estado)
 - Situação económica do fornecedor não é estável

Como referido acima, os critérios principais estabelecidos foram o preço, qualidade, serviço, relacionamento, outros e gestão de risco. Para uma melhor compreensão os subcritérios correspondentes aos critérios acima referidos são descritos em 5.2.1 – Identificação dos critérios tradicionais e em 5.2.2. – Identificação dos possíveis riscos de fornecimento.

Toda a informação sobre o fornecimento requerido foi fornecida pelo chefe da DCO e chefe do serviço de contratação e compras, tal como as características dos materiais pretendidos, possíveis fornecedores e etapas do processo de aquisição atualmente em prática.

Os materiais pretendidos através do presente fornecimento são da família das chapas de alumínio e tem como destino a manutenção e reparação das lanchas da Marinha Portuguesa. Os materiais requeridos apresentam as seguintes referências:

- Chapa alumínio ENAW 1050A H24 2x1500x3000MM
- Chapa alumínio ENAW 1050A H24 1.5x1250x2500MM
- Chapa alumínio ENAW 5754 Antiderrapante 3,5/5x1250x2500MM

Em relação às possíveis alternativas da hierarquia estrutural, foram identificados 3 fornecedores para o efeito, sendo estes:

- Mesima (Espanha);

-
- Alu-Stock (Espanha);
 - IMS-Group (Portugal);

Toda a obtenção de dados acerca das 3 empresas acima descritas foi efetuada através de reuniões informais com o chefe da DCO e chefe do serviço de contratação e compras. Alguns funcionários, que mantêm contacto direto com as mesmas, de igual modo forneceram dados fulcrais para a sua avaliação.

Por fim após as comparações binárias de critérios, subcritérios e alternativas terem sido realizadas, foi imperativo a sua validação. Para tal as matrizes de comparação respetivas foram validadas pela chefe do serviço de contratação e compras com o apoio do seu imediato superior, o chefe da DCO.

5.2 - Aplicação do método AHP

5.2.1 - Identificação dos critérios tradicionais

Na secção 5.1 foram listados todos os critérios e subcritérios a utilizar no método proposto de seleção de fornecedores. Para uma melhor compreensão e de modo a evitar situações ambíguas, todos os subcritérios considerados tradicionais são descritos na presente secção.

- Custo de transporte

Todo o custo associado ao transporte de um bem ou prestador de serviço a ser prestado no local solicitado. Este custo deve ser estabelecido previamente ao dito transporte e pode ou não incluído no custo total de aquisição.

- Custo de Aquisição

O custo de aquisição é um dos fatores fundamentais na seleção dos fornecedores, trata-se do custo unitário do produto requerido e é acordado com o fornecedor no início do processo de fornecimento.

- Colaboração na resposta

Como foi referido no capítulo III, quando a Arsenal do Alfeite, SA necessita de um fornecimento, requisita um orçamento aos seus habituais fornecedores para o mesmo (pedido de aquisição). O subcritério colaboração na resposta é relativo ao orçamento fornecido pelos fornecedores consoante o seu tipo de conteúdo. Este deve focar exatamente o tipo de fornecimento pedido (orçamentar os produtos requisitados e não possíveis alternativas) e apresentar todas as

características do fornecimento claras e explícitas (preço dos produtos requisitados, *lead-time*, tipo de transporte, entre outras).

➤ Qualidade do produto

A qualidade do produto trata-se de a capacidade de cumprir os requisitos e normas específicas e ainda obter um feedback positivo por parte do utilizador do mesmo.

➤ Taxa de incumprimento

O presente subcritério destina-se às situações em que o fornecedor afirma ser capaz de cumprir determinado fornecimento e na realidade não é capaz. Tal como, quando o fornecedor afirma que está apto para o fornecimento e este não se realiza sem aviso prévio. No setor da indústria naval estes tipos de acontecimentos são mais comuns do que seria espetável.

➤ *Lead-time*

O subcritério *lead-time* trata-se do tempo real em que o fornecedor demora a transportar os bens até ao seu cliente. Ou seja, o tempo que decorre desde que a instituição faz a requisição final dos bens e ou serviços ao fornecedor até estes serem entregues e ou prestados à mesma, é designado como *lead-time*. Este subcritério é de extrema importância em qualquer tipo de setor em que os *stocks* sejam reduzidos ou quase nulos, pois se os produtos/serviços necessários demorarem um período demasiado longo, a produção pode parar, o que se traduz em custos operacionais.

➤ Serviço pós-venda

O presente subcritério é relativo ao apoio técnico dado à instituição após o fornecimento ser concretizado. Por vezes o produto entregue é relativamente novo, como tal as suas especificações devem ser discriminadas pelo fornecedor para que não haja dúvidas na sua utilização. Por outro lado, quando a encomenda não está conforme por qualquer motivo o fornecedor deve deslocar-se à Arsenal do Alfeite, SA ou permitir o retorno da mesma.

➤ *Performance*

O presente subcritério destina-se ao registo de *performance* dos fornecedores em fornecimentos passados, sendo importante o cumprimento dos termos acordados durante as negociações (prazos de entrega, qualidade, quantidade, preço, entre outros). O historial dos fornecedores tem relevo no relacionamento entre organização e fornecedor, sendo esta de extrema importância durante a tomada de decisão de fornecimento.

➤ Rapidez de resposta

Quando a DCO da Arsenal do Alfeite, SA necessita de um fornecimento, solicita aos seus principais fornecedores um orçamento para o mesmo. A resposta deles deve ser o mais breve possível nunca passando o prazo estabelecido pela instituição para a sua realização. O subcritério rapidez de resposta é relativo ao tempo despendido pelo fornecedor para o envio do orçamento e cumprimento ou não do prazo estabelecido pela instituição.

➤ Flexibilidade

O critério flexibilidade do fornecedor é relativo a flexibilidade do mesmo durante as negociações de fornecimento relativamente a custos unitários e de transporte, tal como a flexibilidade demonstrada perante ocasiões inesperadas, tais como alteração da quantidade de produtos necessários por aumento ou diminuição da demanda do cliente.

➤ Localização do fornecedor

O presente subcritério é relacionado com a distância entre fornecedor e a instituição em questão, tal como com a sua localização geográfica comparativamente com as principais vias de transporte (autoestradas, estações de comboio, portos marítimos e aeroportos).

➤ Tipo de transporte

O subcritério tipo de transporte, tal como o nome indica, refere-se ao tipo de transporte utilizado para a realização do fornecimento, seja este via rodoviária, ferroviária, marítima ou aérea.

5.2.2 - Identificação dos possíveis riscos de fornecimento

Analogamente às descrições dos critérios e subcritérios tradicionais realizadas na seção anterior, na presente secção são descritos os possíveis riscos de fornecimento identificados na cadeia de abastecimento em que o Arsenal do Alfeite, SA se insere.

➤ Risco Nº 1 - Fornecedor com stock inexistente e sem capacidade de produção própria

O presente subcritério trata-se de um possível risco de fornecimento, o qual engloba as situações em que o fornecedor não tem os produtos pretendidos em *stock* nem capacidade de os produzir num tempo considerado razoável pela instituição requerente.

➤ Risco Nº 2 - Fonte única de fornecimento

Este possível risco de fornecimento trata as situações em que apenas existe um fornecedor possível para o produto em questão, o que limita as possibilidades de fornecimento e a negociação do mesmo. No sector da indústria naval, estes casos ocorrem inúmeras vezes devido à especificidade dos produtos necessitados.

➤ Risco Nº 3 - Especificações técnicas de qualidade não cumprem com a norma ISO 9001:2015 e com as restantes normas requeridas pela organização

O presente subcritério da gestão de risco engloba os fornecedores que não se encontram certificados pela norma da qualidade ISO 9001:2015 e como tal apenas são contactados para fornecimento em último caso.

➤ Risco Nº 4 - Eventos naturais, sociais ou políticos

O presente subcritério refere-se a situações esporádicas, mas catastróficas tanto a nível de eventos naturais, sociais ou políticos, tais como, terremotos, alterações legais e golpes de estado, respetivamente.

➤ Risco Nº 5 - Situação económica do fornecedor não é estável

O último subcritério aplicado deve-se a situação económica vivida pelo fornecedor. Quando os fornecedores apresentam situações instáveis economicamente tendem a deteriorar a qualidade dos produtos em prole de uma maior margem de lucro.

Após descrição dos critérios, subcritérios e riscos de fornecimento, a secção que se segue destina-se à aplicação do modelo de decisão AHP propriamente dito, começando pela análise multicritério, seguida pelos testes de consistência e culminando na árvore e tabela de decisão final.

5.2.3 - Análise Multicritério

Numa fase preliminar da análise multicritério, é necessário construir as matrizes de comparação entre critérios, subcritérios e alternativas definidos anteriormente, os quais constituem a hierarquia estrutural do AHP.

Após definição das matrizes de comparação e normalização das mesmas, são determinados os pesos dos critérios, subcritérios e alternativas, que através dos quais será possível obter os resultados finais do modelo de decisão.

Em adição, para a realização da comparação binária dos subcritérios constituintes do critério gestão de risco, foi realizada previamente a avaliação dos riscos de fornecimento relativos a cada fornecedor. Apenas depois da avaliação de todos os riscos é possível realizar uma comparação binária de subcritérios (possíveis riscos identificados) criteriosa e válida. Toda a gestão dos riscos de fornecimento efetuada tal como as comparações binárias dos mesmos são apresentadas no Anexo 3 – Gestão de Risco de Fornecimento. Analogamente, o plano de mitigação definido para cada risco respetivo é apresentado igualmente no Anexo 3 – Gestão de Risco de Fornecimento.

Na seguinte secção apresenta-se a comparação binária dos critérios principais utilizados no modelo proposto (1º nível), tal como o teste de consistência correspondente. Posteriormente, a comparação binária dos subcritérios de um dos critérios principais é demonstrada (2º nível) e, por fim, o mesmo processo é realizado para as alternativas consoante um dos subcritérios (3º nível). As restantes comparações binárias tanto de critérios, subcritérios e alternativas são apresentadas no Anexo 4 – Aplicação do Modelo Proposto.

5.2.3.1 - Desenvolvimento do AHP - Critérios principais

Em relação á determinação dos pesos relativos dos critérios, subcritérios e alternativas, é necessário construir as matrizes de comparação respetivas. Estas têm como base a comparação binária entre elementos, sendo atribuído um grau de importância relativa aos mesmos segundo a escalada fundamental de Saaty (1980) mencionada durante a revisão da literatura, tabela 2.4. O grau de importância relativa é determinado através da análise dos dados obtidos no caso de estudo, sendo estes quantitativos e qualitativos.

Na tabela 5.1 é apresentada a matriz de comparação dos critérios principais do caso de estudo em questão, tendo seguido a metodologia descrita acima.

Tabela 5.1 - Matriz Critérios Principais.

| Matriz Critérios Principais | Preço | Qualidade | Serviço | Relacionamento | Outros | Gestão de risco |
|------------------------------------|--------------|------------------|----------------|-----------------------|---------------|------------------------|
| Preço | 1 | 3 | 5 | 5 | 9 | 3 |
| Qualidade | 0,33 | 1 | 3 | 3 | 5 | 1 |
| Serviço | 0,2 | 0,33 | 1 | 1 | 5 | 0,33 |
| Relacionamento | 0,2 | 0,33 | 1 | 1 | 5 | 0,2 |
| Outros | 0,11 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 1 | 0,11 |
| Gestão de Risco | 0,33 | 1 | 3 | 5 | 9 | 1 |

A presente matriz de comparação indica que o preço é o critério principal apresentando maior influência no objetivo global da hierarquia de comparação, seleção do fornecedor mais apropriado. Pode-se verificar que o preço é moderadamente preferível ao critério qualidade (valor 3), fortemente preferido em relação aos critérios serviço e relacionamento (valor 5) e extremamente preferido comparativamente ao critério outros (valor 9). Na mesma linha de pensamento, a matriz apresentada indica que o critério principal qualidade é moderadamente preferível aos critérios serviço e relacionamento (valor 3) e fortemente preferível ao critério outros (valor 5). Por fim os critérios serviço e relacionamento são igualmente preferíveis entre si (valor 1) e ambos apresentam-se ser fortemente preferíveis em relação ao critério principal outros (valor 5). Em relação ao critério gestão de risco, este apresenta ser moderadamente preferível ao critério serviço (valor 3), fortemente preferido ao relacionamento (valor 5), extremamente preferido relativamente ao critério outros (valor 7), igualmente preferível ao critério qualidade (valor 1) e, por fim, moderadamente menos preferível que o critério preço.

O próximo passo a realizar com vista à atribuição dos pesos relativos a cada critério principal da matriz de comparação, é a normalização da mesma. Para tal, dá-se a divisão de cada valor da matriz de comparação pelo somatório de todos os valores da coluna correspondente. A matriz de comparação normalizada correspondente a matriz de comparação representada na tabela 5.1 é apresentada na tabela 5.2.

Tabela 5.2 - Matriz Critérios Principais Normalizada.

| Matriz Critérios Principais (Normalizada) | Preço | Qualidade | Serviço | Relacionamento | Outros | Gestão do Risco |
|--|--------------|------------------|----------------|-----------------------|---------------|------------------------|
| Preço | 0,4592 | 0,5114 | 0,3788 | 0,3289 | 0,2647 | 0,5315 |
| Qualidade | 0,1531 | 0,1705 | 0,2273 | 0,1974 | 0,1471 | 0,1772 |
| Serviço | 0,0918 | 0,0568 | 0,0758 | 0,0658 | 0,1471 | 0,0591 |
| Relacionamento | 0,0918 | 0,0568 | 0,0758 | 0,0658 | 0,1471 | 0,0354 |
| Outros | 0,0510 | 0,0341 | 0,0152 | 0,0132 | 0,0294 | 0,0197 |
| Gestão do Risco | 0,1531 | 0,1705 | 0,2273 | 0,3289 | 0,2647 | 0,1772 |

O peso relativo correspondente a cada critério principal foi calculado através da média aritmética, por linha, dos valores de cada um dos critérios. A coluna com todos os pesos relativos correspondentes a cada critério principal, designa-se como vetor prioridade da matriz de comparação. Os valores do vetor de prioridade determinam o peso relativo ou grau de importância de cada critério no objetivo global do problema, seleção do fornecedor mais apropriado. O vetor de prioridade acima descrito é apresentado na tabela 5.3.

Tabela 5.3 - Vetor Prioridade.

| Crítérios Principais | Pesos (w) |
|-----------------------------|------------------|
| Preço | 0,4124 |
| Qualidade | 0,1787 |
| Serviço | 0,0827 |
| Relacionamento | 0,0788 |
| Outros | 0,0271 |
| Gestão de Risco | 0,2203 |

Como seria espectável, segundo os graus de importância atribuídos na matriz de comparação, o maior peso relativo dos critérios principais na matriz de comparação normalizada é o preço com um valor de 0,4124. O critério principal com menos impacto na hierarquia estrutural do problema é o critério outros com um valor de 0,0271.

5.2.3.2 - Teste da consistência - Critérios principais

Após a determinação do vetor de prioridade da matriz de comparação dos critérios principais é de carácter imperativo realizar o teste da consistência dos valores. O primeiro passo do teste da consistência é o cálculo do $\lambda_{\text{máx}}$, que é igual ao somatório do produto de cada elemento do vetor prioridade, pelo total da respetiva coluna da matriz de comparação. Posteriormente ao cálculo do $\lambda_{\text{máx}}$, segue-se o cálculo do índice consistência (CI) e taxa de consistência (CR), através das fórmulas descritas na secção 2.7.2.4 do capítulo II.

Seguindo o processo realizado na subsecção 5.2.2.1, procede-se ao cálculo do $\lambda_{\text{máx}}$ correspondente, tendo obtido o seguinte valor.

$$\frac{\lambda_{\text{máx}}}{6,3021}$$

O valor do índice de consistência é calculado pela seguinte fórmula e obtido o valor indicado em baixo.

$$CI = \frac{\lambda_{\text{máx}} - n}{n - 1} = \frac{6,3021 - 6}{6 - 1} = 0,0604$$

De modo a verificar se o índice de consistência é aceitável, segundo Saaty (1980) propôs o cálculo da taxa de consistência (CR) tendo este que ser inferior a 10% para ser o processo ser considerado consistente e os resultados correspondentes serem fidedignos. A taxa de consistência é calculada através do quociente entre o índice de consistência (CI) e o índice de Ridge (IR),

tabelado e dependente o número elementos da matriz de comparação. Tal como foi referenciado na subsecção 2.7.2.4, as mesmas fórmulas são utilizadas de seguida para o cálculo do CR.

$$CR = \frac{CI}{RI} = \frac{0,0604}{1,24} = 0,0487$$

É de referir que segundo a tabela do índice de Ridge apresentada em 2.7.2.4, quando o número de elementos constituintes da matriz de comparação é igual a 5, corresponde a RI = 1,24. Adicionalmente, pode-se referir que os valores constituintes da matriz de comparação são consistentes, uma vez que CR é inferior 0,1, logo os resultados provenientes deste estudo são fidedignos.

5.2.3.3 - Desenvolvimento do AHP - Subcritérios

Após a análise multicritério e teste de consistência para os critérios principais, o mesmo processo é repetido em relação a todos os subcritérios correspondentes. Uma vez que cada critério principal tem diversos subcritérios e o grau de importância do critério principal tem influência sobre os pesos relativos dos subcritérios correspondentes, é necessário realizar o processo acima indicado para cada conjunto de subcritérios. Tomando como exemplo, será demonstrado de seguida toda a análise multicritério e teste de consistência para os subcritérios do critério qualidade. Como tal, a tabela 5.4 apresentada de seguida representa a matriz de comparação binária dos subcritérios em causa.

Tabela 5.4 - Matriz Comparação de Subcritérios.

| Matriz subcritérios | Produto | Colaboração na resposta | Taxa de Incumprimento |
|--------------------------------|----------------|--------------------------------|------------------------------|
| Produto | 1 | 5 | 3 |
| Colaboração na resposta | 0,20 | 1 | 0,33 |
| Taxa de Incumprimento | 0,33 | 3,00 | 1 |

Como se pode verificar na matriz de comparação, o critério da qualidade do produto apresenta-se ser fortemente preferível à colaboração da resposta (valor 5) e moderadamente preferível em relação ao critério taxa de incumprimento (valor 3). Em relação aos restantes elementos da matriz, pode-se concluir que a taxa de incumprimento é moderadamente preferível

à colaboração na resposta (valor 3). Os presentes valores seguem a escala fundamental de Saaty (1980), apresentada na tabela 2.4 do capítulo II.

Posteriormente à formalização da matriz de comparação, é necessário realizar a sua normalização usando a mesma metodologia que foi usada anteriormente para a matriz de comparação dos critérios principais. A matriz de normalização resultante é apresentada na tabela 5.5.

Tabela 5.5 - Matriz Comparação de Subcritérios Normalizada.

| Matriz subcritérios normalizada | Produto | Colaboração na resposta | Taxa de Incumprimento |
|--|----------------|--------------------------------|------------------------------|
| Produto | 0,6522 | 0,5556 | 0,6923 |
| Colaboração na resposta | 0,1304 | 0,1111 | 0,0769 |
| Taxa de Incumprimento | 0,2174 | 0,3333 | 0,2308 |

Uma vez mais, o vetor de prioridades é definido pela coluna constituída pelos pesos relativos de todos os elementos da matriz de comparação normalizada. O correspondente vetor de prioridades é apresentado na tabela 5.6.

Tabela 5.6 - Vetor Prioridade.

| Subcritérios | Peso (w) |
|--------------------------------|-----------------|
| Produto | 0,63 |
| Colaboração na resposta | 0,11 |
| Taxa de Incumprimento | 0,26 |

Perante o vetor de prioridades é possível saber o peso relativo de cada subcritério da matriz de comparação. Posteriormente, é possível saber o peso real do subcritério através do produto do seu peso relativo com o peso relativo do critério principal. Os pesos reais de cada subcritério serão importantes para a seleção do fornecedor mais indicado e para a análise de resultados finais.

5.2.3.4 - Teste de consistência (Subcritérios)

À semelhança do que aconteceu nos critérios principais, a próxima etapa a desenvolver para os subcritérios da qualidade é o teste de consistência de valores aplicados na matriz de comparação. Para tal, é imperativo o cálculo do $\lambda_{\text{máx}}$, o índice de consistência (CI) e a taxa de consistência (CR).

$$\frac{\lambda_{\text{máx}}}{3,038715}$$

A próxima etapa de resolução é o cálculo do índice de consistência (CI) usando o valor calculado anteriormente, $\lambda_{\text{máx}}$.

$$CI = \frac{\lambda_{\text{máx}} - n}{n - 1} = \frac{3.038715 - 3}{3 - 1} = 0.02$$

Para o cálculo da taxa de consistência (CR) é necessário verificar o índice de Ridge (RI), tabelado, correspondente à quantidade de elementos da matriz de comparação (n). Neste caso, n=3 logo RI=0,58. O quociente entre o índice de consistência e o índice de Ridge indica-nos a taxa de consistência dos dados.

$$CR = \frac{CI}{RI} = \frac{0.02}{0.58} = 0.03$$

Uma vez que $CR < 0,1$, pode-se afirmar com segurança que os valores atribuídos à matriz de comparação são consistentes e esta poderá ser utilizada para a determinação de resultados válidos e fidedignos.

O processo que está acima descrito para os subcritérios da qualidade é repetido para todos os conjuntos de subcritérios de cada critério principal, tanto a nível de teste de consistência como de análise multicritério. Todas as matrizes de comparação, matrizes de comparação normalizadas e testes de consistência são apresentadas no Anexo 4 – Aplicação do Modelo Proposto.

5.2.3.5 - Desenvolvimento do AHP (Alternativas)

Por fim, é necessário aplicar a mesma metodologia (análise multicritério e teste de consistência) às alternativas (fornecedores) que constam na hierarquia estrutural para cada um dos subcritérios identificados anteriormente. A comparação binária entre fornecedores será realizada segundo o seu desempenho perante cada subcritério e medida, mais uma vez, pela escala fundamental de Saaty (1980).

Nesta fase do presente estudo apenas é dado destaque à análise multicritério e teste de consistência dos fornecedores em relação a um único subcritério, o custo unitário. Em relação aos restantes subcritérios, toda a análise realizada será incluída no Anexo 4 – Aplicação do Modelo Proposto.

À semelhança da análise multicritério realizada para os critérios principais e subcritérios, a primeira etapa representa-se com a formalização da matriz de comparação. A tabela 5.7 representa a matriz de comparação dos fornecedores em relação ao subcritério custo unitário.

Tabela 5.7 - Matriz Comparação dos Fornecedores relativa ao subcritério custo unitário.

| Matriz de comparação | IMS-Group | Alu-Stock | Mesima |
|-----------------------------|------------------|------------------|---------------|
| IMS-Group | 1 | 0.3333 | 0.3333 |
| Alu-Stock | 3 | 1 | 1 |
| Mesima | 3 | 1 | 1 |

Segundo a matriz de comparação apresentada, pode-se afirmar que a alternativa Mesima apresenta-se como sendo igualmente preferível perante a Alu-Stock (valor 1) e moderadamente favorável comparativamente à IMS-Group (valor 3).

O seguinte passo da metodologia destina-se à construção da matriz de comparação normalizada através da divisão de cada valor da matriz de comparação pelo somatório de todos os valores da coluna correspondente. A tabela 5.8 representa a matriz de comparação normalizada correspondente.

Tabela 5.8 - Matriz Comparação dos Fornecedores Normalizada.

| Matriz de comparação normalizada | IMS-Group | Alu-Stock | Mesima | Total | Peso (w) |
|---|------------------|------------------|---------------|--------------|-----------------|
| IMS-Group | 0,1429 | 0,1429 | 0,1429 | 0,4287 | 0,1429 |
| Alu-Stock | 0,4286 | 0,4286 | 0,4286 | 1,2861 | 0,4286 |
| Mesima | 0,4286 | 0,4286 | 0,4286 | 1,2861 | 0,4286 |

O intuito principal da formalização da matriz de comparação normalizada é calcular os pesos relativos de cada alternativa consoante o seu desempenho perante o subcritério em questão. Os pesos relativos são determinados pelo vetor de prioridade, que corresponde à última coluna da matriz de comparação normalizada, tabela 5.8.

5.2.3.6 - Teste de consistência (Alternativas)

Analogamente à metodologia desenvolvida para os critérios principais e subcritérios, também é realizado um teste de consistência para a validação dos dados introduzidos na matriz de comparação entre alternativas (fornecedores). O teste de consistência em causa é realizado exatamente da mesma forma como os anteriores, passando pelo cálculo do $\lambda_{\text{máx}}$, CI e CR.

Para a matriz de comparação binária dos fornecedores em relação ao subcritério custo unitário, o valor obtido do $\lambda_{\text{máx}}$ é apresentado em baixo.

$$\frac{\lambda_{\text{máx}}}{3,00}$$

O passo seguinte passa pelo cálculo do índice de consistência, CI, apresentado de seguida.

$$CI = \frac{\lambda_{\text{máx}} - n}{n - 1} = \frac{3,00 - 3}{3 - 1} = 0,00$$

De modo a afirmar que os dados inseridos na matriz de comparação são consistentes, é necessário o cálculo da taxa de consistência, que mais uma vez, é calculada através do quociente entre o índice de consistência e o índice de Ridge. Tendo em conta que o índice de Ridge igual a 0,58 (pois $n=3$), o cálculo do CR é apresentado em baixo.

$$CR = \frac{CI}{RI} = \frac{0,00}{0,58} = 0,00$$

Analogamente ao que foi concluído anteriormente, uma vez que $CR < 0,1$, pode-se afirmar com segurança que os valores atribuídos à matriz de comparação são consistentes e esta poderá ser utilizada para a determinação de resultados válidos e fidedignos.

5.2.4 - Decisão do método

Após a realização de todas as análises multicritérios e validação das mesmas através dos testes de consistência, todos os pesos relativos aos critérios e subcritérios estão identificados tal

como o desempenho de cada alternativa medido consoante cada subcritério. Para sustentar a tomada de decisão para a melhor alternativa de fornecimento é definida a tabela 5.9. A presente tabela tem como base o produto entre o peso de cada critério, respetivos subcritérios e alternativas.

5.2.5 - Árvore de decisão AHP

Em coerência com a revisão da literatura descrita em 2.7 – *Analytic Hierarchy Process* do capítulo II, a figura 5.1 apresenta a árvore de decisão do método de seleção de fornecedores, aplicado no problema em questão. Após a formulação da árvore de decisão e tabela para tomada de decisão, é possível indicar com segurança qual o fornecedor que melhor se adequa ao caso de estudo apresentado, segundo o modelo proposto na presente investigação.

Tabela 5.9 – Tabela final do modelo proposto.

| Critérios Principais (w) | Subcritérios (w) | IMS - Group | Produtório | Alu-Stock | Produtório | Mesima | Produtório |
|-------------------------------------|----------------------------------|--------------------|-------------------|------------------|-------------------|---------------|-------------------|
| Preço (0,4124) | Custo unitário (0,75) | 0,1429 | 0,0442 | 0,4286 | 0,1326 | 0,4286 | 0,1326 |
| | Custo de transporte (0,25) | 0,4545 | 0,0469 | 0,4545 | 0,0469 | 0,0909 | 0,0094 |
| Qualidade (0,1787) | Colaboração na resposta (0,1062) | 0,4286 | 0,0081 | 0,1429 | 0,0027 | 0,4286 | 0,0081 |
| | Qualidade do produto (0,6333) | 0,4286 | 0,0485 | 0,1429 | 0,0162 | 0,4286 | 0,0485 |
| | Taxa de incumprimento (0,2605) | 0,3333 | 0,0155 | 0,3333 | 0,0155 | 0,3333 | 0,0155 |
| | <i>Lead-time</i> (0,8333) | 0,6000 | 0,0413 | 0,2000 | 0,0138 | 0,2000 | 0,0138 |
| Serviço (0,0827) | Serviço pós-venda (0,1667) | 0,3333 | 0,0046 | 0,3333 | 0,0046 | 0,3333 | 0,0046 |
| | <i>Performance</i> (0,4796) | 0,3333 | 0,0126 | 0,3333 | 0,0126 | 0,3330 | 0,0126 |
| Relacionamento (0,0788) | Rapidez de resposta (0,1150) | 0,2864 | 0,0026 | 0,1399 | 0,0013 | 0,5736 | 0,0052 |
| | Flexibilidade (0,4055) | 0,0833 | 0,0027 | 0,1932 | 0,0062 | 0,7235 | 0,0231 |
| | Localização geográfica (0,8333) | 0,6000 | 0,0135 | 0,2000 | 0,0045 | 0,2000 | 0,0045 |
| Outros (0,0271) | Tipo de transporte (0,1667) | 0,3333 | 0,0015 | 0,3333 | 0,0015 | 0,3333 | 0,0015 |
| | Risco Nº1 (0,2417) | 0,1429 | 0,0076 | 0,1429 | 0,0076 | 0,7143 | 0,0380 |
| Gestão de risco (0,2203) | Risco Nº2 (0,1427) | 0,3333 | 0,0105 | 0,3333 | 0,0105 | 0,3333 | 0,0105 |
| | Risco Nº3 (0,4867) | 0,0909 | 0,0097 | 0,4545 | 0,0487 | 0,4545 | 0,0487 |
| | Risco Nº4 (0,0329) | 0,0909 | 0,0024 | 0,4545 | 0,0024 | 0,4545 | 0,0024 |
| | Risco Nº5 (0,0960) | 0,4545 | 0,0096 | 0,0909 | 0,0019 | 0,4545 | 0,0096 |

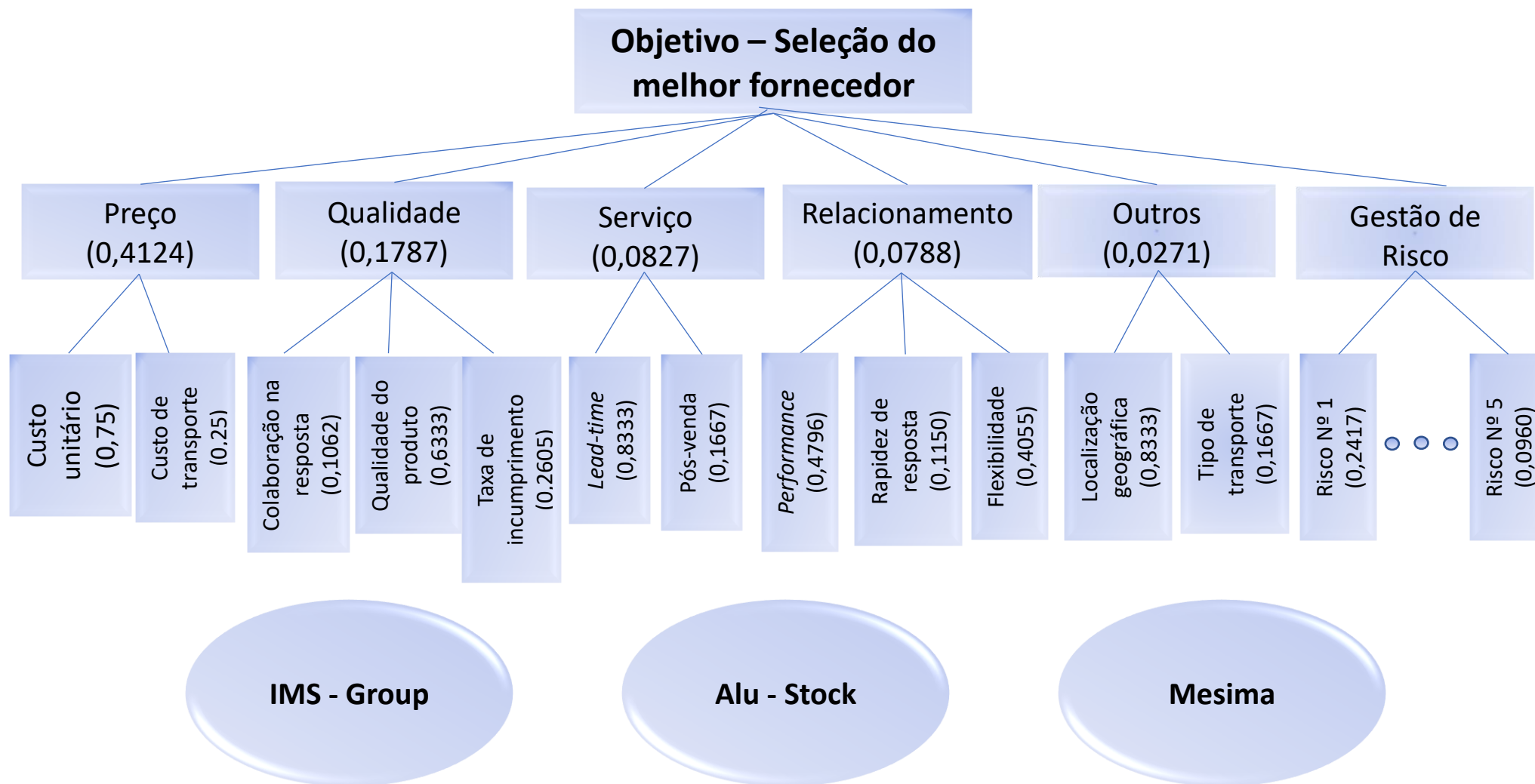


Figura 5.1 - Árvore de decisão do modelo proposto.

5.2.6 - Análise de resultados

Após a análise da árvore de decisão do AHP e a tabela de apoio à tomada de decisão respetiva, pode-se concluir com segurança e credibilidade qual das alternativas de fornecedores possíveis é a mais favorável para o problema de seleção de fornecedores em questão, tendo em conta os critérios e subcritérios pré-definidos.

A seguinte tabela 5.10 apresenta as pontuações finais de cada uma das três alternativas possíveis de fornecimento. Através da mesma é possível atribuir um *ranking* relativo de apoio à tomada de decisão.

Tabela 5.10 - *Ranking* final dos fornecedores

| Alternativa (fornecedor) | Pontuação final | <i>Ranking</i> |
|---------------------------------|------------------------|-----------------------|
| Mesima | 0.3886 | 1º |
| Alu – Stock | 0.3295 | 2º |
| IMS - Group | 0.2818 | 3º |

Tendo em consideração os resultados obtidos, podemos concluir que perante o presente problema de seleção de fornecedores deve-se escolher o fornecedor Mesima. Este apresenta os melhores resultados perante os critérios e subcritérios aplicados ao problema, inclusive apresenta a melhor classificação perante a análise de risco de fornecimento realizada. Se por alguma razão não for possível realizar o fornecimento com a Mesima, deve-se contactar o fornecedor Alu-Stock, e apenas em último caso é que se deve realizar o fornecimento com o fornecedor IMS-Group pois perante os critérios e subcritérios estabelecidos apresenta os piores níveis comparativamente com as restantes alternativas. Contrariamente, de um modo global o fornecedor IMS-Group apresenta valores muito interessantes em relação aos critérios considerados tradicionais, no entanto apresenta os piores valores relativos à gestão de risco de fornecimento. Adicionalmente, se o presente fornecedor apresentar um custo unitário mais competitivo e comparável com os demais, é o fornecedor escolhido para o problema de seleção de fornecedores em questão segundo os cálculos do modelo proposto no *software Microsoft Excel*. Outro ponto interessante em relação ao mesmo fornecedor é o fato que mesmo tendo alguns produtos não certificados pela norma ISO 9001:2015, é o eleito em termos de qualidade de material por parte dos trabalhadores da Arsenal do Alfeite, SA, a par da Mesima. Perante o fornecedor Alu-stock pode-se verificar que apresenta valores estáveis perante a maior parte dos critérios e subcritérios aplicados tal como perante a análise de risco de fornecimento, apesar de um modo geral ser inferior aos restantes. Como tal, apresenta-se como sendo um fornecedor a ter em conta para qualquer fornecimento futuro.

Posteriormente à análise de resultados do modelo proposto e tendo em conta o plano de mitigação dos riscos, pode-se concluir que o fornecedor indicado para o fornecimento em casa é a Mesima.

Adicionalmente, destaca-se que o subcritério “performance” e o subcritério “taxa de incumprimento” não tiveram influência no resultado final pois não foi possível obter informação viável sobre os mesmos, derivado da inexistência de uma base de dados relativa aos fornecedores da AA e das opiniões contraditórias dos funcionários da DCO. Porém, se no futuro próximo, o modelo proposto for implementado na AA, estes critérios representaram relevo na tomada de decisão do fornecedor a seleccionar.

Para finalizar, apresenta-se uma oportunidade de melhoria para a Divisão de Contratação e Compras da Arsenal do Alfeite, SA. Uma vez que os valores aplicados no presente caso de estudo provêm da experiência e conhecimento dos trabalhadores da instituição é sugerido que invista no desenvolvimento de uma base de dados com os diversos parâmetros propostos, tornando as tomadas de decisões baseadas em dados factuais e não apenas exclusivas da experiência e conhecimento do trabalhador. Seguido assim alguns dos valores da quarta revolução industrial que está neste preciso momento a ser implementada nas grandes superfícies industriais. Deste modo a gestão de risco e seleção de fornecedores da AA tornar-se-ão mais eficientes, transparentes, velozes e muito menos tendenciosas.

Capítulo 6 - Conclusões e Recomendações

A seleção e avaliação de fornecedores é uma função organizacional em constante desenvolvimento a par das variações da indústria global. Historicamente, pequenas, médias e grandes empresas utilizavam poucos critérios na aplicação desta função organizacional, sendo o custo unitário o critério predominante. Nos dias correntes pode-se verificar uma crescente sensibilidade para com este conceito. As organizações tendem a aplicar diversos critérios, qualitativos e quantitativos, e inclusive criam múltiplos cenários possíveis antes de tomarem uma decisão final. Esta alteração deve-se a diversas alterações das próprias cadeias de abastecimento, tais como a alta competitividade entre empresas, gestão do risco e incerteza no âmbito do fornecimento e visão a longo prazo dos objetivos organizacionais. Porém, esta nova realidade torna os métodos de seleção de fornecedores muito complexos, extensos e de difícil aplicação para o utilizador, o que dificulta o seu juízo final.

A presente dissertação apresenta uma metodologia inovadora para a resolução de problemas de seleção de fornecedores. O modelo proposto trata-se de um método de análise e decisão multicritério sendo a gestão de risco de fornecimento e possíveis riscos identificados parte integrante dos critérios a considerar. Como tal, o modelo proposto trata-se da junção de duas metodologias distintas com vista à sua complementaridade na resolução de problemas de seleção de fornecedores. A solução descrita foi desenvolvida e aplicada na empresa Arsenal do Alfeite, SA pertencente ao setor da indústria naval.

Em relação ao desenvolvimento do modelo proposto na Arsenal do Alfeite, SA, é de destacar as diversas reuniões com o chefe do departamento de compras, com a chefe do serviço de contratação e compras e ainda com os trabalhadores responsáveis pelo contacto direto e negociações com os fornecedores, com vista à identificação dos critérios, subcritérios e alternativas pertinentes na sua aplicação. Analogamente, os possíveis riscos de fornecimento e sua avaliação em relação a cada fornecedor foram determinados em reuniões semelhantes, de modo a realizar a gestão de risco requerida.

Posteriormente, o método de decisão multicritério – Analytic Hierarchy Process – foi desenvolvido no *software Microsoft Excel* com vista à resolução do problema proposta pela chefia do departamento de compras. Ao longo do desenvolvimento do modelo e durante a sua aplicação prática concluiu-se que era de fácil aplicação para qualquer utilizador, experiente ou novato, e um tanto extenso devido aos diversos critérios e subcritérios aplicados, tendo sempre de ser validado e verificado por toda a equipa de compras. Porém é preferível ser aplicado por um especialista na área de compras e gestão da cadeia de abastecimentos devido à subjetividade anexada à ponderação dos critérios e subcritérios. Adicionalmente, a aplicação do modelo

proposto gerou diversas observações e resultados interessantes no âmbito da seleção de fornecedores e gestão de risco de fornecimento, o que prova a sua utilidade e aplicabilidade, mesmo em setores de mercado bastante imprevisíveis como o setor naval. Na medida em que, o modelo proposto oferece ao utilizador informações importantes sobre os riscos de fornecimento de cada fornecedor em análise e permite comparar cada um deles perante todos os critérios tradicionais, sendo estes qualitativos ou quantitativos. Assim, a tomada de decisão relativa à seleção de fornecedores é realizada com base em diversas informações fidedignas tendo em conta os critérios requeridos e os riscos da cadeia de abastecimentos.

Dito isto, destaca-se que ao longo do desenvolvimento da presente investigação diversos foram as adversidades enfrentadas. O regime de contratação pública que rege a empresa Arsenal do Alfeite, SA limitou as opções de fornecimento possíveis, devido às restrições implementadas relativas a preços e quantidade de fornecimentos a realizar ao mesmo fornecedor durante 3 anos. Devido a esta realidade e aliada às limitações operacionais da Arsenal do Alfeite, SA não foi permitido aplicar o modelo proposto noutros casos de fornecimento nem envolvendo mais alternativas de fornecimento, limitando assim os seus resultados. Porém foi reconhecido que o presente modelo proposto apresentado é mais completo e eficiente que o atual método de seleção de fornecedores utilizado pela Arsenal do Alfeite, SA devido a todas as suas vantagens referidas anteriormente porém é necessário despender mais tempo e recursos para a sua aplicação.

Por fim, como propostas de desenvolvimento futuros na área de seleção e avaliação de fornecedores, sugere-se o desenvolvimento do presente modelo em linguagem de programação (C++, VBA, Python, entre outras) com vista à digitalização do processo, seguindo as novas tecnologias da Indústria 4.0 (*Machine Learning*, *Big Data* ou análise preditiva). Assim, verificar-se-á uma minimização do tempo despendido e de erros humanos tal como uma optimização da eficiência do modelo. Por outro lado, durante a revisão da literatura foi verificado que diversos autores tendem a aplicar a lógica *Fuzzy* na resolução de problemas semelhantes de seleção de fornecedores. Como tal, a segunda proposta de desenvolvimento futuro é a junção do modelo de decisão *Analytic Hierarchy Process* com a lógica *Fuzzy* com vista à sua complementaridade mútua e minimização das suas desvantagens, tendo como base os princípios da Indústria 4.0.

Referências Bibliográficas

- Aamodt, A. & Plaza E. (1994), "Case-based reasoning: Foundational issues, methodological variations and system approaches", *AICom-Artificial Intelligence Communications*, pp. 39-59.
- Arnold, J. R. (1999), "Administração de materiais: uma introdução", *Atlas*, Brasil, ISBN 8522421692, pp. 245.
- Arsenal do Alfeite (2018) on-line, 12 September 2018. <http://www.arsenal-alfeite.pt>
- Aven, T. (2007), "A unified framework for risk and vulnerability analysis and management covering both safety and security", *Reliability Engineering and System Safety* 92, pp. 745-754.
- Barbarosoglu, G. & Yazgac, T. (1997), "An application of the analytic hierarchy process to the supplier selection problem", *Production and inventory management journal*, pp. 14-21.
- Bayazit O. & Karpak B. (2005), "An AHP application in vendor selection", *ISAHP*, Honolulu, Hawaii, July, pp. 8-10
- Bello, Marlene (2003), "A case study approach to the supplier selection process", [Master dissertation], University of Puerto Rico.
- Beth, S., Burt D., Copacino W., Gopal C., Lee H., Lynch R. & Morris S. (2006), "Supply Chain Challenges: Building Relationships", in *Harvard Business Review on Supply chain Management*.
- Braglia, M. & Petroni, A. (2000), "A quality assurance-oriented methodology for handling trade-offs in supplier selection", *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, Vol. 30 No. 2, pp. 96-111.
- Carr, A. & Pearson, J. (2002), "The impact of purchasing and supplier involvement on strategic purchasing and its impact on firm's performance" *International Journal of Operations & Production Management*. Vol. 22/9: pp. 1032-1052.
- Carvalho, J. C. (2010), "Logística e Gestão da Cadeia de Abastecimentos" Edições Sílabo, Vol. 1, pp. 67-184.
- Cassidy, D. (2005), "Enterprise Risk Management (ERM): A New Reality for Business" The Independent Consultant.
- Chan F. T. S. (2003), "Interactive selection model for supplier selection process: an analytical hierarchy process approach", *International Journal of Production Research*, vol. 41, no. 15, pp. 3549-3579.

-
- Christopher, M. (1992), "Logistics: The Strategic issues" Chapman & Hall, London.
- Choy, K. L., Lee W. B. and Lo, V. (2002), "An intelligent supplier management tool for benchmarking suppliers in outsource manufacturing", *Int. J. Expert Systems with Applications* Vol. 22 No. 3, pp. 213-224.
- Cousins, P.; Lamming, R.; Lawson, B. e Squire, B. (2008), "Strategic Supply Management", *Pearson Education Limited*. London, 1st edition, ISBN 978-0-273-65100-0, pp.15-17.
- Davidrajuh, Reggie (2000), "Automating supplier selection procedures" [Doctoral dissertation], Narvik Institute of Technology, Narvik, Norway.
- De Boer, L., Labro, E. and Morlacchi, P. (2001), "A review of methods supporting supplier selection" *European Journal of Purchasing and Supply Management*, pp. 75-89.
- De Boer, L. and Der Wegen, L. V. (2003), "Practice and promise of formal supplier selection: a study of four empirical cases", *Journal of Purchasing and Supply Management*, Vol. 9 No. 3, pp. 109-118.
- De Boer, L., Der Wegen, L. V. and Telgen, J. (1998), "Outranking methods in support of supplier selection" *European journal of purchasing and supply management*, pp. 109-118.
- Dickinson, G. (2001), "Enterprise Risk Management: Its Origins and Conceptual Foundation", *Palgrave Macmillan Journals*, pp. 360-366.
- Dickson, G.W. (1966), "An analysis of vendor selection systems and decisions", *Journal of Purchasing* 2/1, pp. 5-17.
- Ellram L.M. (1995), "Total cost of ownership: an analysis approach for purchasing" *International Journal of Physics and Distribution Logistics*, pp. 163-184
- Ghodsypour, S. H. and O'Brien, C. (2001), "The total cost of logistics in supplier selection, under conditions of multiple sourcing, multiple criteria and capacity constraint", *International Journal of Production Economics*, Vol. 73, pp. 15-27.
- Hillson, D. and Murray-Webster, R. (2005), "Understanding and managing risk attitude", *Gower Publishing Limited*, pp. 1-15.
- Holt, G. D. (1998), "Which contractor selection methodology?", *Int. J. Project Management* Vol. 16, No. 3, pp. 153-164.
- Keskar, Harshal (1999), "Supplier selection metrics and methodology", [Master thesis], University of Pune, Pune, India.

Khemani, K. (2007), "Bringing Rigor to Risk Management", Supply Chain Management Review, Vol. 11, No. 2, pp. 67-68.

Lesonsky (2001), "Your own business: The only start-up book you'll ever need", Entrepreneur media Inc., 2nd ed.

Liu, J., Ding, F. Y. and Lall, V. (2000), "Using data envelopment analysis to compare suppliers for supplier selection and performance improvement", Supply Chain Management an International Journal, Vol. 5, No. 3, pp. 143-150.

Liu, F.H. and Hai, H.L. (2005), "The voting analytic hierarchy process method for selecting supplier", International Journal of Production Economics, In press, Corrected Proof, Available online 14 January 2005.

Lowrance, W. (1976), "Of Acceptable Risk – Science and the Determination of Safety.", Los Altos, CA.

Monczka, R. M., Handfield R., Giunipero L. & Patterson J. (2009), "Purchasing & Supply Chain Management", Thomson – South – Western, USA.

Mukherjee, K. (2017), "Supplier Selection", Studies in Systems, Decision and Control 88, Springer (India), pp. 31-55.

Mullai, A., (2009), Supply Chain Risk – Chapter 6: Risk Management System - A Conceptual Model. Springer Science + Business Media, USA , LLC, ISBN 978-0-387-79933-9, pp. 95-112.

Norrman, A. & Lindroth, R. (2004), "Categorization of supply chain risk and risk management", C. Brindley (Ed.), *Supply chain risk* Ashgate Publishing Limited.

Nydick RL, Hill R.P. (1992), "Using the analytic hierarchy process to structure the supplier selection procedure" International Journal of purchasing Management Vol. 28, No. 2, pp. 31-36.

Oboulhas C., Xiaofei X., Zhan D. and Sha L. (2003), "An integrated model for supplier selection process", J. Harbin Institute of Technology Vol. 10, No. 1, pp. 43-50.

Oboulhas O., Xiaofei X., and Zhan D. (2004), "A decision support system for supplier selection process", International Journal of Information Technology & Decision Making Vol. 3, No. 3, pp. 453-470.

Ogden, J. (2003), "Supply Base Reduction within Supply Base Reduction", Arizona: CAPS Research.

Pearson, J. N. & Ellram, L. M. (1995), "Supplier selection and evaluation in small versus large electronics firms", Journal of Small Business Management, Vol. 33, No. 4, pp. 53-65.

-
- Petroni A. and Braglia M. (2000), "Vendor selection using principal component analysis" *Journal of Supply Chain Management: A Global Rev. Purchasing Supply* Vol. 36, No. 2, pp. 63-69.
- Popkova, E., Ragulina, Y. and Bogoviz, A. (2018), "Industry 4. 0." Cham: Springer.
- Rebstock, S. E. & Kaula, R. (1996), "The effectiveness of an analytic hierarchy process in group decision making: a case study" *International Journal of Computer Applications in Technology*, 9, pp. 95-105.
- Saaty, T. L. (1980), "The analytic hierarchy process: planning, priority setting, resource allocation" McGraw-Hill, New York.
- Saaty, T. L., (1990), "How to make a decision: The analytic hierarchy process", *European Journal of Operational Research*, pp. 9-26.
- Saaty, T. L. (1996), "Multi-criteria Decision Making: The analytic hierarchy process: planning, priority setting, resource allocation" Pittsburgh.
- Saaty, T. L., (2001), "Decision making in complex environments: the analytic network process for decision making with dependence and feedback", RWS Publications, USA.
- Saaty, T. (2008), "Decision making with the analytic hierarchy process", In: 1st ed. Pittsburgh: Int. J. Services Sciences.
- Sarkar A. & Mohapatra P. K. J. (2006), "Evaluation of Supplier Capability and Performance: A Method for Supply Base Reduction", *Journal of Purchasing and Supply Management* 12(3):148-163.
- Signh, S. P., Banwet K. D., Ware N. R. (2012), "Supplier selection problem: A state-of-art review", *Management Science Letters*, Indian Institute of Technology Delhi, India.
- Sonmez, Mahmut (2006), "A Review and Critique of Supplier Selection Process and Practices", Occasional Papers Series, Loughborough University, UK.
- Van Weele, A. J. (2005), "Purchasing & Supply Chain Management", Thomson Learning, London.
- Veneri, G. and Capasso, A. (2018). *Hands-On Industrial Internet of Things*. Birmingham: Packt Publishing Ltd.
- Verma, M. & Verter, V. (2007), "Railroad transportation of dangerous goods: Population exposure to airborne toxins", *Computers & Operations Research* Vol.34, pp. 1287-1303.
- Timmerman E. (1986), "An approach to vendor performance evaluation", *Journal of Supply Chain Management* Vol. 22, No. 4, pp. 2-8.

-
- Waters, D. (2007), "Supply Chain Risk Management", London: Kogan page.
- Weber, C. A., Current, J. R. and Benton, W.C. (1991), "Vendor selection criteria and methods", *European Journal of Operational Research* Vol. 50, No. 1, pp. 2-18.
- Weber, C. A., Current, J. R. (1993), "Multi objective Analysis of Vendor Selection", *European Journal of Operational Research*, vol.68, pp. 173-184.
- Wei S.Y., Jinlong Z., Zhicheng LI (1997), "A supplier-selecting system using a neural network", *IEEE International Conference on Intelligent Processing Systems* 1, pp. 468-471.
- Yahya, S. and Kingsman, B. (1999), "Vendor rating for an entrepreneur development programme: a case study using analytic hierarchy process method", *J. Operating Res. Soc.*, 50, pp. 916-930.
- Zimmerman, H. J. (2001), "Fuzzy set theory and its applications", 4th edition, *Kluwer Academic Publishers*, Boston/Dordrecht/London, ISBN 81-7023-525-1, pp. 6-24.

Anexo 1 – Critérios utilizados em estudos anteriores (1960 – 1990)

| Ano | Autor/Critério | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 |
|------|-------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 1976 | Lamberson | x | x | x | | x | x | x | x | | | | | x | | | | | | | | | | |
| 1984 | Mannochehri | x | x | | | | x | | | | | | | | | | x | | | | x | | | |
| 1985 | Mazurak | x | x | | | | x | x | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1983 | McFillen | x | x | | | | x | | | | | | | | | x | | | | | | | | |
| 1981 | Monczka | x | x | x | | x | x | | x | | | x | | | x | | | | | x | x | | | |
| 1973 | Moore and Fearson | x | x | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1983 | Narasimhan and Stoyhoff | | | | | x | x | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1988 | Newman | x | x | | | x | x | x | | | | | | | | | | | x | | | x | | |
| 1989 | Pan | x | x | | | | x | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1970 | Payne | | | | | | | | x | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1973 | Roberts | | x | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1990 | Sharma | x | x | | | | x | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1973 | Sheth | x | x | | | x | x | x | | | | x | | | | x | | x | | | | | | x |
| 1987 | Soukup | x | x | | | x | x | x | x | | | | x | x | | | x | | | | | x | | |
| 1986 | Timmerman | x | x | x | | | x | x | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1987 | Treleven | x | x | | | x | x | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1989 | Wagner | x | x | | | | x | | | | | x | | | | x | | | | | | x | | |
| 1968 | Wind and Robinson | x | x | x | | | x | x | | | x | x | | | | | | | | | | x | | x |
| 1988 | Ansari and Modarress | x | x | | | | x | | | | | | | | | | x | | x | | | x | | |
| 1986 | Banerjee | | x | | | | x | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1985 | Bender | x | x | | | x | x | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1985 | Benton | | | | | | x | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1990 | Benton and Krajewski | x | x | | | | | | | | | | | | | x | | | | | | | | |

Fonte: Weber et al. (1991)

Critérios utilizados em estudos anteriores (1960 – 1990) – Continuação

| Ano | Autor/Critério | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 |
|------|-------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 1989 | Bernard | x | x | | | | | | | | | | | x | | x | | | | | | | | |
| 1983 | Browning | | x | | | x | x | x | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1983 | Buffa and Jackson | x | x | x | | | x | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1988 | Burton | x | x | | | x | x | x | | | | | | x | x | | | | x | | x | | x | |
| 1989 | Chapenan | x | x | | | x | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1978 | Dempsey | x | x | x | | x | x | x | x | x | x | x | | x | x | x | x | | x | x | x | | x | |
| 1988 | Frazier | x | x | | | | x | x | | | | | | x | | | | | | | | | | |
| 1974 | Gaballa | | | | | x | x | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1986 | Gregory | x | x | | | x | x | x | | | | | | | | | | | | | x | | | |
| 1986 | Hahn | x | x | | | x | x | x | | | | | | | | | | | | | x | | | |
| 1969 | Hinkle | x | x | | | | x | x | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1988 | Ho and Carter | | | | | x | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1990 | Hwang | | | | | | x | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1983 | Jackson | x | x | | | | | | | | | | | | | | x | | | | x | | | |
| 1986 | Kingsman | | | | | | x | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1983 | Kraljic | x | x | | | x | | x | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1985 | LaForge | | | | | | x | | | | | | | | | | | | | | | | | |

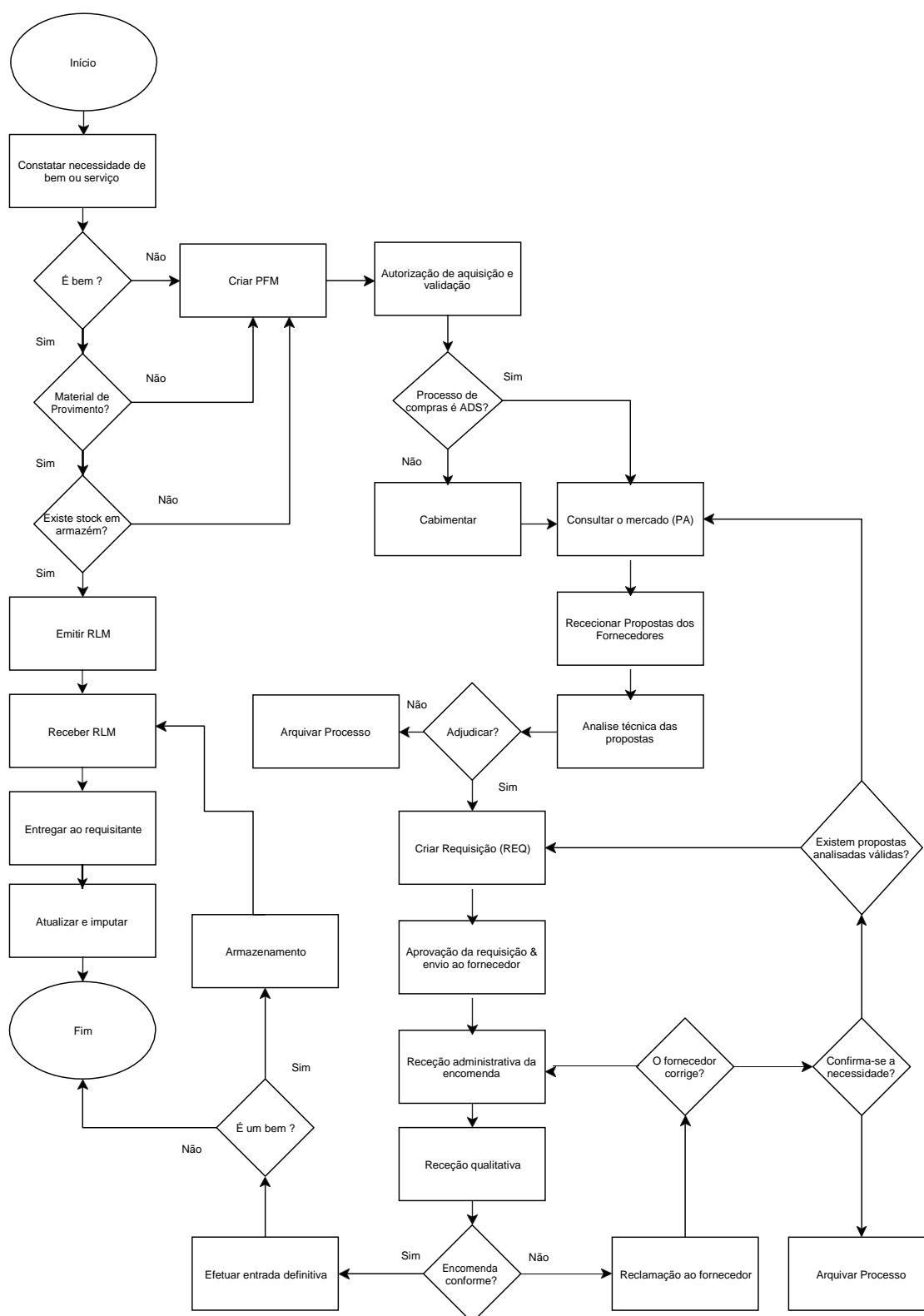
Fonte: Weber et al. (1991)

Critérios utilizados em estudos anteriores (1990 – 2010)

| Ano | Autor/Criterio | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 |
|------|-----------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 1998 | Ghodsypour | x | x | x | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2001 | Lee, Há, Kim | x | x | x | x | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2001 | Maggie, Tummala | x | x | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2002 | Handfield, Walton, Sroufe, Melnyk | | | | | | x | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2005 | Bayazit | | | | | | | x | x | x | | | | | | | | | | | | | | |
| 2006 | Shyur, Shih | x | x | | x | | | | | | x | x | | | | | | | | | | | | |
| 2007 | Fu, Liu | x | x | | x | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2007 | Chan, Kumar | x | x | x | | | | | | | | | x | x | | | | | | | | | | |
| 2007 | Xia, Wu | x | x | x | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2007 | Wu | x | x | x | x | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2007 | Jharkharia, Shankar | x | x | | | x | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2007 | Demirtas, Ustun | x | x | x | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2008 | Kokangul, Susuz | x | | | x | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2008 | Wang, Cheng, Kung-Cheng | x | x | x | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2008 | Yu, Tsai | x | x | x | x | | x | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2008 | Lee | x | x | | x | | | | | | x | | | | | | | | | | | x | | |
| 2008 | Lin | x | x | | x | | | | | | x | | | | | | | | | | | | | |
| 2008 | Ustun, Demirtas | x | x | | x | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2009 | Wu | x | x | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Fonte: Mukherjee K. (2017).

Anexo 2 - Fluxograma processo de compras, Arsenal do Alfeite, SA



Anexo 3 – Gestão de Risco de Fornecimento

| Identificação de possíveis riscos de fornecimento |
|---|
| R1 - Stock inexistente e sem capacidade de produção própria; |
| R2 - Fonte única de fornecimento; |
| R3 - Especificações técnicas de qualidade não cumprem com a norma ISO 9001:2015; |
| R4 - Eventos naturais, sociais ou políticos (catástrofes, alterações legais ou golpes de estado); |
| R5 - Situação económica do fornecedor não é estável; |

Avaliação dos Possíveis Riscos de Fornecimento

| Riscos | IMS-Group | | | Alu-Stock | | | Mesima | | |
|--------|---------------|---------|-------|---------------|---------|-------|---------------|---------|-------|
| | Probabilidade | Impacto | Risco | Probabilidade | Impacto | Risco | Probabilidade | Impacto | Risco |
| 1 | 0,3 | 0,6 | 0,18 | 0,3 | 0,6 | 0,18 | 0,1 | 0,6 | 0,06 |
| 2 | 0,1 | 0,4 | 0,04 | 0,1 | 0,4 | 0,04 | 0,1 | 0,4 | 0,04 |
| 3 | 0,3 | 0,6 | 0,18 | 0,1 | 0,6 | 0,06 | 0,1 | 0,6 | 0,06 |
| 4 | 0,3 | 0,8 | 0,24 | 0,1 | 0,8 | 0,08 | 0,1 | 0,8 | 0,08 |
| 5 | 0,1 | 0,4 | 0,04 | 0,3 | 0,4 | 0,12 | 0,1 | 0,4 | 0,04 |

| IMS - Group | | | | Alu - Stock | | | Mesima | | |
|-------------|-------------------|------------|---|-------------------|------------|--|-------------------|------------|---|
| Nº Risco | Risco Qualitativo | Estratégia | Ação | Risco Qualitativo | Estratégia | Ação | Risco Qualitativo | Estratégia | Ação |
| 1 | Risco Elevado | Transferir | Estabelecer um plano de fornecimentos parciais | Risco Elevado | Transferir | Estabelecer um plano de fornecimentos parciais | Risco Moderado | Reduzir | Monitorização da situação juntamente com o fornecedor |
| 2 | Risco Baixo | Aceitar | Manter o <i>Procurement</i> | Risco Baixo | Aceitar | Manter o <i>Procurement</i> | Risco Baixo | Aceitar | Manter o <i>Procurement</i> |
| 3 | Risco Elevado | Transferir | Parceria com novo fornecedor | Risco Moderado | Reduzir | Analisar/Procurar novos fornecedores | Risco Moderado | Reduzir | Analisar/Procurar novos fornecedores |
| 4 | Risco Elevado | Transferir | Monitorização da situação juntamente com o fornecedor | Risco Moderado | Reduzir | Monitorização da situação juntamente com o fornecedor | Risco Moderado | Reduzir | Monitorização da situação juntamente com o fornecedor |
| 5 | Risco Baixo | Aceitar | Monitorização da situação juntamente com o fornecedor | Risco Moderado | Reduzir | Exigir relatórios financeiros periódicos ao fornecedor | Risco Baixo | Aceitar | Monitorização da situação juntamente com o fornecedor |

Matriz de Avaliação dos Riscos por Fornecedor

Fornecedor: IMS-Group

| | | | | | | |
|---------------------------------|-----|-------|------|---------|---------|------|
| Probabilidade de ocorrência | 0,9 | 0,045 | 0,09 | R1 & R3 | 0,36 | 0,72 |
| | 0,7 | 0,035 | 0,07 | 0,14 | 0,28 | 0,56 |
| | 0,5 | 0,025 | 0,05 | 0,1 | 0,2 | 0,4 |
| | 0,3 | 0,015 | 0,03 | 0,06 | 0,12 | R4 |
| | 0,1 | 0,005 | 0,01 | 0,02 | R2 & R5 | 0,08 |
| | | 0,05 | 0,1 | 0,2 | 0,4 | 0,8 |
| Impacto causado pela ocorrência | | | | | | |

Fornecedor: Alu-stock

| | | | | | | |
|---------------------------------|-----|-------|------|------|------|------|
| Probabilidade de ocorrência | 0,9 | 0,045 | 0,09 | R1 | 0,36 | 0,72 |
| | 0,7 | 0,035 | 0,07 | 0,14 | 0,28 | 0,56 |
| | 0,5 | 0,025 | 0,05 | 0,1 | 0,2 | 0,4 |
| | 0,3 | 0,015 | 0,03 | R3 | R5 | 0,24 |
| | 0,1 | 0,005 | 0,01 | 0,02 | R2 | R4 |
| | | 0,05 | 0,1 | 0,2 | 0,4 | 0,8 |
| Impacto causado pela ocorrência | | | | | | |

Fornecedor: Mesima

| | | | | | | |
|---------------------------------|-----|-------|------|---------|---------|------|
| Probabilidade de ocorrência | 0,9 | 0,045 | 0,09 | 0,18 | 0,36 | 0,72 |
| | 0,7 | 0,035 | 0,07 | 0,14 | 0,28 | 0,56 |
| | 0,5 | 0,025 | 0,05 | 0,1 | 0,2 | 0,4 |
| | 0,3 | 0,015 | 0,03 | R1 & R3 | 0,12 | 0,24 |
| | 0,1 | 0,005 | 0,01 | 0,02 | R2 & R5 | R4 |
| | | 0,05 | 0,1 | 0,2 | 0,4 | 0,8 |
| Impacto causado pela ocorrência | | | | | | |

Anexo 4 – Aplicação do modelo proposto

1º Nível: Critérios principais – Comparação binária e teste de consistência

| Matriz Comparação | Preço | Qualidade | Serviço | Relacionamento | Outros | Gestão de risco |
|--------------------------|--------------|------------------|----------------|-----------------------|---------------|------------------------|
| Preço | 1 | 3 | 5 | 5 | 9 | 3 |
| Qualidade | 0,3333 | 1 | 3 | 3 | 5 | 1 |
| Serviço | 0,2000 | 0,3333 | 1 | 1 | 5 | 0,3333 |
| Relacionamento | 0,2000 | 0,3333 | 1 | 1 | 5 | 0,2000 |
| Outros | 0,1111 | 0,2000 | 0,2000 | 0,2000 | 1 | 0,1111 |
| Gestão de Risco | 0,3333 | 1 | 3 | 5 | 9 | 1 |

| Matriz Comparação Normalizada | Preço | Qualidade | Serviço | Relacionamento | Outros | Gestão do Risco |
|--------------------------------------|--------------|------------------|----------------|-----------------------|---------------|------------------------|
| Preço | 0,4592 | 0,5114 | 0,3788 | 0,3289 | 0,2647 | 0,5315 |
| Qualidade | 0,1531 | 0,1705 | 0,2273 | 0,1974 | 0,1471 | 0,1772 |
| Serviço | 0,0918 | 0,0568 | 0,0758 | 0,0658 | 0,1471 | 0,0591 |
| Relacionamento | 0,0918 | 0,0568 | 0,0758 | 0,0658 | 0,1471 | 0,0354 |
| Outros | 0,0510 | 0,0341 | 0,0152 | 0,0132 | 0,0294 | 0,0197 |
| Gestão do Risco | 0,1531 | 0,1705 | 0,2273 | 0,3289 | 0,2647 | 0,1772 |

| Critérios | Pesos (w) |
|------------------------|------------------|
| Preço | 0,4124 |
| Qualidade | 0,1787 |
| Serviço | 0,0827 |
| Relacionamento | 0,0788 |
| Outros | 0,0271 |
| Gestão do Risco | 0,2203 |

| | |
|-----------|--------|
| CI | 0,0604 |
| RI | 1,2400 |
| CR | 0,0487 |

$$\lambda_{\max} = 6.3021$$

$$CR < 0,10 \Rightarrow \text{Consistente}$$

2º Nível: Critério Gestão de Risco – Comparação binária e teste de consistência

| Matriz de Comparação | R1 | R2 | R3 | R4 | R5 |
|----------------------|--------|--------|--------|----|--------|
| R1 | 1 | 3 | 0,3333 | 7 | 3 |
| R2 | 0,3333 | 1 | 0,2000 | 5 | 3 |
| R3 | 3 | 5 | 1 | 9 | 5 |
| R4 | 0,1429 | 0,2000 | 0,1111 | 1 | 0,2000 |
| R5 | 0,3333 | 0,3333 | 0,2000 | 5 | 1 |

| Matriz de Comparação Normalizada | R1 | R2 | R3 | R4 | R5 |
|----------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| R1 | 0,2079 | 0,3147 | 0,1807 | 0,2593 | 0,2459 |
| R2 | 0,0693 | 0,1049 | 0,1084 | 0,1852 | 0,2459 |
| R3 | 0,6238 | 0,5245 | 0,5422 | 0,3333 | 0,4098 |
| R4 | 0,0297 | 0,0210 | 0,0602 | 0,0370 | 0,0164 |
| R5 | 0,0693 | 0,0350 | 0,1084 | 0,1852 | 0,0820 |

| Subcritérios | Peso (w) | CI | 0,0881 |
|--------------|----------|-----------|--------|
| R1 | 0,2417 | RI | 1,1200 |
| R2 | 0,1427 | CR | 0,0786 |
| R3 | 0,4867 | | |
| R4 | 0,0329 | | |
| R5 | 0,0960 | | |

$$\lambda_{\text{máx}} = 5.3522$$

$$CR < 0,10 \Rightarrow \text{Consistente}$$

2º Nível: Critério Preço – Comparação binária e teste de consistência

| Matriz Comparação | Preço Material | Custo de transporte |
|----------------------------|-----------------------|----------------------------|
| Preço Material | 1 | 3 |
| Custo de Transporte | 0,3333 | 1 |

| Matriz Comparação Normalizada | Preço Material | Custo de transporte |
|--------------------------------------|-----------------------|----------------------------|
| Preço Material | 0,7500 | 0,7500 |
| Custo de Transporte | 0,2500 | 0,2500 |

| Subcritérios | Pesos (w) | CI | 0 |
|----------------------------|------------------|-----------|----------|
| Preço Material | 0,7500 | RI | 0 |
| Custo de Transporte | 0,2500 | CR | 0 |

$$\lambda_{\max} = 2$$

$$CR < 0,10 \Rightarrow \text{Consistente}$$

2º Nível: Critério Qualidade – Comparação binária e teste de consistência

| Matriz Comparação | Produto | Colaboração na resposta | Taxa de Incumprimento |
|--------------------------------|----------------|--------------------------------|------------------------------|
| Produto | 1 | 5 | 3 |
| Colaboração na resposta | 0,2000 | 1 | 0,3333 |
| Taxa de Incumprimento | 0,3333 | 3 | 1 |

| Matriz Comparação Normalizada | Produto | Colaboração na resposta | Taxa de Incumprimento |
|--------------------------------------|----------------|--------------------------------|------------------------------|
| Produto | 0,6522 | 0,5556 | 0,6923 |
| Colaboração na resposta | 0,1304 | 0,1111 | 0,0769 |
| Taxa de Incumprimento | 0,2174 | 0,3333 | 0,2308 |

| Subcritérios | Peso (w) | CI | 0,0194 |
|--------------------------------|-----------------|-----------|---------------|
| Produto | 0,6333 | RI | 0,5800 |
| Colaboração na resposta | 0,1062 | CR | 0,0334 |
| Taxa de Incumprimento | 0,2605 | | |

$$\lambda_{\max} = 3,0387$$

$$CR < 0,10 \Rightarrow \text{Consistente}$$

2º Nível: Critério Serviço – Comparação binária e teste de consistência

| Matriz Comparação | Lead-time | Pós-venda |
|--------------------------|------------------|------------------|
| Lead-time | 1 | 5 |
| Pós-venda | 0,2000 | 1 |

| Matriz comparação normalizada | Lead-time | Pós-venda |
|--------------------------------------|------------------|------------------|
| Lead-time | 0,8333 | 0,8333 |
| Pós-venda | 0,1667 | 0,1667 |

| Subcritérios | Peso (w) | CI | 0 |
|---------------------|-----------------|-----------|----------|
| Lead-time | 0,8333 | RI | 0 |
| Pós-venda | 0,1667 | CR | 0 |

$$\lambda_{\max} = 2$$

$$CR < 0,10 \Rightarrow \text{Consistente}$$

2º Nível: Critério Relacionamento – Comparação binária e teste de consistência

| Matriz Comparação | Performance anterior | Rapidez de resposta | Flexibilidade |
|-----------------------------|-----------------------------|----------------------------|----------------------|
| Performance anterior | 1 | 5 | 1 |
| Rapidez de resposta | 0,2000 | 1 | 0,3333 |
| Flexibilidade | 1 | 3 | 1 |

| Matriz Comparação Normalizada | Performance anterior | Rapidez de resposta | Flexibilidade |
|--------------------------------------|-----------------------------|----------------------------|----------------------|
| Performance anterior | 0,4545 | 0,5556 | 0,4286 |
| Rapidez de resposta | 0,0909 | 0,1111 | 0,1429 |
| Flexibilidade | 0,4545 | 0,3333 | 0,4286 |

| Subcritérios | Peso (w) | CI | 0,0146 |
|-----------------------------|-----------------|-----------|---------------|
| Performance anterior | 0,4796 | RI | 0,5800 |
| Rapidez de resposta | 0,1150 | CR | 0,0251 |
| Flexibilidade | 0,4055 | | |

$$\lambda_{\max} = 3,0291$$

$$CR < 0,10 \Rightarrow \text{Consistente}$$

2º Nível: Critério Outros – Comparação binária e teste de consistência

| Matriz Comparação | Localização | Tipo de Transporte |
|---------------------------|--------------------|---------------------------|
| Localização | 1 | 5 |
| Tipo de Transporte | 0,2000 | 1 |

| Matriz Comparação Normalizada | Localização | Tipo de Transporte |
|--------------------------------------|--------------------|---------------------------|
| Localização | 0,8333 | 0,8333 |
| Tipo de Transporte | 0,1667 | 0,1667 |

| Subcritérios | Pesos (w) | CI | 0 |
|---------------------------|------------------|-----------|----------|
| Localização | 0,8333 | RI | 0 |
| Tipo de Transporte | 0,1667 | CR | 0 |

$\lambda_{\text{máx}} = 2$

CR < 0,10 => Consistente

3º nível: Subcritério Custo Unitário – Comparação binária e teste de consistência

| Matriz de Comparação | IMS-Group | Alu-Stock | Mesima |
|-----------------------------|------------------|------------------|---------------|
| IMS-Group | 1 | 0,3333 | 0,3333 |
| Alu-Stock | 3 | 1 | 1 |
| Mesima | 3 | 1 | 1 |

| Matriz de Comparação Normalizada | IMS-Group | Alu-Stock | Mesima |
|---|------------------|------------------|---------------|
| IMS-Group | 0,1429 | 0,1429 | 0,1429 |
| Alu-Stock | 0,4286 | 0,4286 | 0,4286 |
| Mesima | 0,4286 | 0,4286 | 0,4286 |

| Fornecedores | Peso(w) | CI | 0 |
|---------------------|----------------|-----------|----------|
| IMS-Group | 0,1429 | RI | 0,5800 |
| Alu-stock | 0,4286 | CR | 0 |
| Mesima | 0,4286 | | |

$\lambda_{\text{máx}} = 3$

CR < 0,10 => Consistente

3º nível: Subcritério Custo de Transporte – Comparação binária e teste de consistência

| Matriz de Comparação | IMS-Group | Alu-Stock | Mesima |
|-----------------------------|------------------|------------------|---------------|
| IMS-Group | 1 | 1 | 5 |
| Alu-Stock | 1 | 1 | 5 |
| Mesima | 0,2000 | 0,2000 | 1 |

| Matriz de Comparação Normalizada | IMS-Group | Alu-Stock | Mesima |
|---|------------------|------------------|---------------|
| IMS-Group | 0,4545 | 0,4545 | 0,4545 |
| Alu-Stock | 0,4545 | 0,4545 | 0,4545 |
| Mesima | 0,0909 | 0,0909 | 0,0909 |

| Fornecedores | Peso(w) |
|---------------------|----------------|
| IMS-Group | 0,4545 |
| Alu-stock | 0,4545 |
| Mesima | 0,0909 |

| | |
|-----------|--------|
| CI | 0 |
| RI | 0,5800 |
| CR | 0 |

$$\lambda_{\max} = 3$$

$$CR < 0,10 \Rightarrow \text{Consistente}$$

3º nível: Subcritério Colaboração na resposta – Comparação binária e teste de consistência

| Matriz de Comparação | IMS-Group | Alu-Stock | Mesima |
|-----------------------------|------------------|------------------|---------------|
| IMS-Group | 1 | 3 | 1 |
| Alu-Stock | 0,3333 | 1 | 0,3333 |
| Mesima | 1 | 3 | 1 |

| Matriz de Comparação Normalizada | IMS-Group | Alu-Stock | Mesima |
|---|------------------|------------------|---------------|
| IMS-Group | 0,4286 | 0,4286 | 0,4286 |
| Alu-Stock | 0,1429 | 0,1429 | 0,1429 |
| Mesima | 0,4286 | 0,4286 | 0,4286 |

| Fornecedores | Peso(w) |
|---------------------|----------------|
| IMS-Group | 0,4286 |
| Alu-stock | 0,1429 |
| Mesima | 0,4286 |

| | |
|-----------|--------|
| CI | 0 |
| RI | 0,5800 |
| CR | 0 |

$$\lambda_{\max} = 3$$

$$CR < 0,10 \Rightarrow \text{Consistente}$$

3º nível: Subcritério Qualidade do Produto – Comparação binária e teste de consistência

| Matriz de Comparação | IMS-Group | Alu-Stock | Mesima |
|-----------------------------|------------------|------------------|---------------|
| IMS-Group | 1 | 3 | 1 |
| Alu-Stock | 0,3333 | 1 | 0,3333 |
| Mesima | 1 | 3 | 1 |

| Matriz de Comparação Normalizada | IMS-Group | Alu-Stock | Mesima |
|---|------------------|------------------|---------------|
| IMS-Group | 0,4286 | 0,4286 | 0,4286 |
| Alu-Stock | 0,1429 | 0,1429 | 0,1429 |
| Mesima | 0,4286 | 0,4286 | 0,4286 |

| Fornecedores | Peso(w) |
|---------------------|----------------|
| IMS-Group | 0,4286 |
| Alu-stock | 0,1429 |
| Mesima | 0,4286 |

| | |
|-----------|--------|
| CI | 0 |
| RI | 0,5800 |
| CR | 0 |

$$\lambda_{\max} = 3$$

$$CR < 0,10 \Rightarrow \text{Consistente}$$

3º nível: Subcritério Taxa de Incumprimento – Comparação binária e teste de consistência

| Matriz de Comparação | IMS-Group | Alu-Stock | Mesima |
|-----------------------------|------------------|------------------|---------------|
| IMS-Group | 1 | 1 | 1 |
| Alu-Stock | 1 | 1 | 1 |
| Mesima | 1 | 1 | 1 |

| Matriz de Comparação Normalizada | IMS-Group | Alu-Stock | Mesima |
|---|------------------|------------------|---------------|
| IMS-Group | 0,3333 | 0,3333 | 0,3333 |
| Alu-Stock | 0,3333 | 0,3333 | 0,3333 |
| Mesima | 0,3333 | 0,3333 | 0,3333 |

| Fornecedores | Peso(w) |
|---------------------|----------------|
| IMS-Group | 0,3333 |
| Alu-stock | 0,3333 |
| Mesima | 0,3333 |

| | |
|-----------|--------|
| CI | 0 |
| RI | 0,5800 |
| CR | 0 |

$$\lambda_{\max} = 3$$

$$CR < 0,10 \Rightarrow \text{Consistente}$$

3º nível: Subcritério Rapidez na Resposta – Comparação binária e teste de consistência

| Matriz de Comparação | IMS-Group | Alu-Stock | Mesima |
|-----------------------------|------------------|------------------|---------------|
| IMS-Group | 1 | 3 | 0,3333 |
| Alu-Stock | 0,3333 | 1 | 0,3333 |
| Mesima | 3 | 3 | 1 |

| Matriz de Comparação Normalizada | IMS-Group | Alu-Stock | Mesima |
|---|------------------|------------------|---------------|
| IMS-Group | 0,2308 | 0,4286 | 0,2000 |
| Alu-Stock | 0,0769 | 0,1429 | 0,2000 |
| Mesima | 0,6923 | 0,4286 | 0,6000 |

| Fornecedores | Peso(w) |
|---------------------|----------------|
| IMS-Group | 0,2864 |
| Alu-stock | 0,1399 |
| Mesima | 0,5736 |

| | |
|-----------|--------|
| CI | 0,0686 |
| RI | 0,5800 |
| CR | 0,1183 |

$$\lambda_{\max} = 3$$

$$CR < 0,10 \Rightarrow \text{Consistente}$$

3º nível: Subcritério Flexibilidade – Comparação binária e teste de consistência

| Matriz de Comparação | IMS-Group | Alu-Stock | Mesima |
|-----------------------------|------------------|------------------|---------------|
| IMS-Group | 1 | 0,2000 | 0,3333 |
| Alu-Stock | 5 | 1 | 3 |
| Mesima | 3 | 0,3333 | 1 |

| Matriz de Comparação Normalizada | IMS-Group | Alu-Stock | Mesima |
|---|------------------|------------------|---------------|
| IMS-Group | 0,1111 | 0,1304 | 0,0769 |
| Alu-Stock | 0,5556 | 0,6522 | 0,6923 |
| Mesima | 0,3333 | 0,2174 | 0,2308 |

| Fornecedores | Peso(w) |
|---------------------|----------------|
| IMS-Group | 0,0833 |
| Alu-stock | 0,1932 |
| Mesima | 0,7235 |

| | |
|-----------|--------|
| CI | 0,0194 |
| RI | 0,5800 |
| CR | 0,0334 |

$$\lambda_{\max} = 3,0387$$

$$CR < 0,10 \Rightarrow \text{Consistente}$$

3º nível: Subcritério Performance – Comparação binária e teste de consistência

| Matriz de Comparação | IMS-Group | Alu-Stock | Mesima |
|-----------------------------|------------------|------------------|---------------|
| IMS-Group | 1 | 1 | 1 |
| Alu-Stock | 1 | 1 | 1 |
| Mesima | 1 | 1 | 1 |

| Matriz de Comparação Normalizada | IMS-Group | Alu-Stock | Mesima |
|---|------------------|------------------|---------------|
| IMS-Group | 0,3333 | 0,3333 | 0,3333 |
| Alu-Stock | 0,3333 | 0,3333 | 0,3333 |
| Mesima | 0,3333 | 0,3333 | 0,3333 |

| Fornecedores | Peso(w) |
|---------------------|----------------|
| IMS - Group | 0,3333 |
| Alu-stock | 0,3333 |
| Mesima | 0,3333 |

| | |
|-----------|--------|
| CI | 0 |
| RI | 0,5800 |
| CR | 0 |

$$\lambda_{\max} = 3$$

$$CR < 0,10 \Rightarrow \text{Consistente}$$

3º nível: Subcritério Lead-time – Comparação binária e teste de consistência

| Matriz de Comparação | IMS-Group | Alu-Stock | Mesima |
|-----------------------------|------------------|------------------|---------------|
| IMS-Group | 1 | 3 | 3 |
| Alu-Stock | 0,3333 | 1 | 1 |
| Mesima | 0,3333 | 1 | 1 |

| Matriz de Comparação Normalizada | IMS-Group | Alu-Stock | Mesima |
|---|------------------|------------------|---------------|
| IMS-Group | 0,6000 | 0,6000 | 0,6000 |
| Alu-Stock | 0,2000 | 0,2000 | 0,2000 |
| Mesima | 0,2000 | 0,2000 | 0,2000 |

| Fornecedores | Peso(w) |
|---------------------|----------------|
| IMS - Group | 0,6000 |
| Alu-stock | 0,2000 |
| Mesima | 0,2000 |

| | |
|-----------|--------|
| CI | 0 |
| RI | 0,5800 |
| CR | 0 |

$$\lambda_{\max} = 3$$

$$CR < 0,10 \Rightarrow \text{Consistente}$$

3º nível: Subcritério Pós-venda – Comparação binária e teste de consistência

| Matriz de Comparação | IMS-Group | Alu-Stock | Mesima |
|----------------------|-----------|-----------|--------|
| IMS-Group | 1 | 1 | 1 |
| Alu-Stock | 1 | 1 | 1 |
| Mesima | 1 | 1 | 1 |

| Matriz de Comparação Normalizada | IMS-Group | Alu-Stock | Mesima |
|----------------------------------|-----------|-----------|--------|
| IMS-Group | 0,3333 | 0,3333 | 0,3333 |
| Alu-Stock | 0,3333 | 0,3333 | 0,3333 |
| Mesima | 0,3333 | 0,3333 | 0,3333 |

| Fornecedores | Peso(w) |
|--------------|---------|
| IMS-Group | 0,3333 |
| Alu-stock | 0,3333 |
| Mesima | 0,3333 |

| | |
|----|--------|
| CI | 0 |
| RI | 0,5800 |
| CR | 0 |

$$\lambda_{\max} = 3$$

$$CR < 0,10 \Rightarrow \text{Consistente}$$

3º nível: Subcritério Tipo de Transporte – Comparação binária e teste de consistência

| Matriz de Comparação | IMS-Group | Alu-Stock | Mesima |
|----------------------|-----------|-----------|--------|
| IMS-Group | 1 | 1 | 1 |
| Alu-Stock | 1 | 1 | 1 |
| Mesima | 1 | 1 | 1 |

| Matriz de Comparação Normalizada | IMS-Group | Alu-Stock | Mesima |
|----------------------------------|-----------|-----------|--------|
| IMS-Group | 0,3333 | 0,3333 | 0,3333 |
| Alu-Stock | 0,3333 | 0,3333 | 0,3333 |
| Mesima | 0,3333 | 0,3333 | 0,3333 |

| Fornecedores | Peso(w) |
|--------------|---------|
| IMS-Group | 0,3333 |
| Alu-stock | 0,3333 |
| Mesima | 0,3333 |

| | |
|----|--------|
| CI | 0 |
| RI | 0,5800 |
| CR | 0 |

$$\lambda_{\max} = 3$$

$$CR < 0,10 \Rightarrow \text{Consistente}$$

3º nível: Subcritério Localização geográfica – Comparação binária e teste de consistência

| Matriz de Comparação | IMS-Group | Alu-Stock | Mesima |
|-----------------------------|------------------|------------------|---------------|
| IMS-Group | 1 | 3 | 3 |
| Alu-Stock | 0,3333 | 1 | 1 |
| Mesima | 0,3333 | 1 | 1 |

| Matriz de Comparação Normalizada | IMS-Group | Alu-Stock | Mesima |
|---|------------------|------------------|---------------|
| IMS-Group | 0,6000 | 0,6000 | 0,6000 |
| Alu-Stock | 0,2000 | 0,2000 | 0,2000 |
| Mesima | 0,2000 | 0,2000 | 0,2000 |

| Fornecedores | Peso(w) |
|---------------------|----------------|
| IMS - Group | 0,6000 |
| Alu-stock | 0,2000 |
| Mesima | 0,2000 |

| | |
|-----------|--------|
| CI | 0 |
| RI | 0,5800 |
| CR | 0 |

$$\lambda_{\max} = 3$$

$$CR < 0,10 \Rightarrow \text{Consistente}$$

3º nível: Subcritério R1 - “Fornecedor com stock inexistente e sem capacidade de produção própria” – Comparação binária e teste de consistência

| Matriz de Comparação | IMS-Group | Alu-Stock | Mesima |
|-----------------------------|------------------|------------------|---------------|
| IMS-Group | 1 | 1 | 0,2000 |
| Alu-Stock | 1 | 1 | 0,2000 |
| Mesima | 5 | 5 | 1 |

| Matriz de Comparação Normalizada | IMS-Group | Alu-Stock | Mesima |
|---|------------------|------------------|---------------|
| IMS-Group | 0,1429 | 0,1429 | 0,1429 |
| Alu-Stock | 0,1429 | 0,1429 | 0,1429 |
| Mesima | 0,7143 | 0,7143 | 0,7143 |

| Fornecedores | Peso (w) |
|---------------------|-----------------|
| IMS - Group | 0,1429 |
| Alu-stock | 0,1429 |
| Mesima | 0,7143 |

| | |
|-----------|--------|
| CI | 0 |
| RI | 0,5800 |
| CR | 0 |

$$\lambda_{\max} = 3$$

$$CR < 0,10 \Rightarrow \text{Consistente}$$

3º nível: Subcritério R2 - “Fonte única de fornecimento” – Comparação binária e teste de consistência

| Matriz de Comparação | IMS-Group | Alu-Stock | Mesima |
|-----------------------------|------------------|------------------|---------------|
| IMS-Group | 1 | 1 | 1 |
| Alu-Stock | 1 | 1 | 1 |
| Mesima | 1 | 1 | 1 |

| Matriz de Comparação Normalizada | IMS-Group | Alu-Stock | Mesima |
|---|------------------|------------------|---------------|
| IMS-Group | 0,3333 | 0,3333 | 0,3333 |
| Alu-Stock | 0,3333 | 0,3333 | 0,3333 |
| Mesima | 0,3333 | 0,3333 | 0,3333 |

| Fornecedores | Peso(w) |
|---------------------|----------------|
| IMS-Group | 0,3333 |
| Alu-stock | 0,3333 |
| Mesima | 0,3333 |

| | |
|-----------|--------|
| CI | 0 |
| RI | 0,5800 |
| CR | 0 |

$$\lambda_{\max} = 3$$

$$CR < 0,10 \Rightarrow \text{Consistente}$$

3º nível: Subcritério R3 - “Especificações técnicas de qualidade não cumprem com a norma ISO 9001:2015 e com as restantes normas requeridas pela organização” – Comparação binária e teste de consistência

| Matriz de Comparação | IMS-Group | Alu-Stock | Mesima |
|-----------------------------|------------------|------------------|---------------|
| IMS-Group | 1 | 0,2000 | 0,2000 |
| Alu-Stock | 5 | 1 | 1 |
| Mesima | 5 | 1 | 1 |

| Matriz de Comparação Normalizada | IMS-Group | Alu-Stock | Mesima |
|---|------------------|------------------|---------------|
| IMS-Group | 0,0909 | 0,0909 | 0,0909 |
| Alu-Stock | 0,4545 | 0,4545 | 0,4545 |
| Mesima | 0,4545 | 0,4545 | 0,4545 |

| Fornecedores | Peso(w) |
|---------------------|----------------|
| IMS - Group | 0,0909 |
| Alu-stock | 0,4545 |
| Mesima | 0,4545 |

| | |
|-----------|--------|
| CI | 0 |
| RI | 0,5800 |
| CR | 0 |

$$\lambda_{\max} = 3$$

$$CR < 0,10 \Rightarrow \text{Consistente}$$

3º nível: Subcritério R4 - “Eventos naturais, sociais ou políticos (catástrofes, alterações legais ou golpes de estado)” – Comparação binária e teste de consistência

| Matriz de Comparação | IMS-Group | Alu-Stock | Mesima |
|-----------------------------|------------------|------------------|---------------|
| IMS-Group | 1 | 0,2000 | 0,2000 |
| Alu-Stock | 5 | 1 | 1 |
| Mesima | 5 | 1 | 1 |

| Matriz de Comparação Normalizada | IMS-Group | Alu-Stock | Mesima |
|---|------------------|------------------|---------------|
| IMS-Group | 0,0909 | 0,0909 | 0,0909 |
| Alu-Stock | 0,4545 | 0,4545 | 0,4545 |
| Mesima | 0,4545 | 0,4545 | 0,4545 |

| Fornecedores | Peso (w) | CI | 0 |
|---------------------|-----------------|-----------|----------|
| IMS - Group | 0,0909 | RI | 0,5800 |
| Alu-stock | 0,4545 | CR | 0 |
| Mesima | 0,4545 | | |

$$\hat{\lambda}_{\max} = 3$$

$$CR < 0,10 \Rightarrow \text{Consistente}$$

3º nível: Subcritério R5 - “Situação económica do fornecedor não é estável” – Comparação binária e teste de consistência

| Matriz de Comparação | IMS-Group | Alu-Stock | Mesima |
|-----------------------------|------------------|------------------|---------------|
| IMS-Group | 1 | 5 | 1 |
| Alu-Stock | 0,2000 | 1 | 0,2000 |
| Mesima | 1 | 5 | 1 |

| Matriz de Comparação Normalizada | IMS-Group | Alu-Stock | Mesima |
|---|------------------|------------------|---------------|
| IMS-Group | 0,4545 | 0,4545 | 0,4545 |
| Alu-Stock | 0,0909 | 0,0909 | 0,0909 |
| Mesima | 0,4545 | 0,4545 | 0,4545 |

| Fornecedores | Peso (w) | CI | 0 |
|---------------------|-----------------|-----------|----------|
| IMS - Group | 0,4545 | RI | 0,5800 |
| Alu-stock | 0,0909 | CR | 0 |
| Mesima | 0,4545 | | |

$$\hat{\lambda}_{\max} = 3$$

$$CR < 0,10 \Rightarrow \text{Consistente}$$
